

Зорина Светлана Олеговна

**Среднеюрские – палеоценовые осадочные  
последовательности востока Русской плиты  
(тектонно-эвстатический и литолого-генетический аспекты фор-  
мирования, полезные ископаемые)**

Специальность 25.00.06 - Литология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук

Казань - 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном унитарном предприятии «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых»

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор  
Валерий Порфирьевич Алексеев

доктор геолого-минералогических наук, профессор  
Сергей Борисович Шишлов

доктор геолого-минералогических наук, доцент  
Владимир Петрович Морозов

Ведущая организация Федеральное государственное унитарное предприятие «Нижеволжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики»

Защита состоится 9 июня 2011 года в 14-00 на заседании диссертационного совета Д 212.081.09 при Казанском федеральном университете по адресу: г.Казань, ул.Кремлевская, д.4/5, геологический факультет КФУ, ауд. 211.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке им. Н.И.Лобачевского Казанского федерального университета.

Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью учреждения, просим присылать по адресу: 420008, Казань, ул.Кремлевская, 18, Казанский федеральный университет, служба аттестации научных кадров. Факс (843)238-76-01.

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



А.А.Галеев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность исследования

Начиная с фундаментальной работы Н.А.Головкинского (1868), у исследователей литологии и стратиграфии морских осадочных толщ не вызывает сомнения, что изменение фациального облика осадков во времени и по латерали происходило под влиянием колебаний уровня моря. С позапрошлого века в мировой и отечественной геологической практике широко применяется циклостратиграфический метод, позволяющий реконструировать условия накопления и сохранения осадочных отложений в бассейнах седиментации, включая условия формирования и локализации полезных ископаемых.

С широким привлечением комплекса био-, лито-, хемо-, магнитостратиграфических методов современная циклостратиграфия позволяет на хроностратиграфической основе и с применением тектоно-эвстатического подхода реконструировать временную последовательность совокупности процессов осадконакопления, а также прогнозировать фациальный состав отложений на неисследованных территориях (Алексеев и др., 1996, 2009; Алексеев, Олферьев, 2007; Амон и др., 2010; Барабошкин, 2001; Барабошкин, Никульшин, 2006; Ильин, 1991; Захаров и др., 1998; Карогодин, 1990, 1993, 1996; Литология и геология..., 2008, 2010; Найдин, 1995; Ноинский, 1924; Шурыгин и др., 1999; Шишлов, 2008, 2009; Catuneanu, 2002, 2006; Catuneanu et al., 2009, 2010; Curray, 1964; Embry, 1995; Hallam, 1981, 1984, 1988, 2001; Haq, 1992; Haq, Al-Qahtani, 2005; Haq et al., 1987, 1988; Haq, Schutter, 2008; Hardenbol et al., 1998; Jervey, 1988; Martins-Neto, Catuneanu, 2010; Miall, 1990, 1992; Miall, Miall, 2001; Miller et al., 1987, 1991, 2005; Mitchum, 1977; Posamentier et al., 1988; Posamentier, Vail, 1988; Sahagian, 1989, 1996; Sahagian, Jones, 1993; Sahagian et al., 1995, 1997; Sharland et al., 2001, 2004; Simmons et al., 2007; Sloss et al., 1949; Sloss, 1962, 1963, 1973; Vail et al., 1977; Van Wagoner et al., 1990; Wheeler, Murray, 1957; Wheeler, 1958, 1959, 1964; Williams, 1993; Wilgus et al., 1988 и др.).

Циклостратиграфические исследования морских осадочных толщ платформенных областей до последнего времени сталкивались с проблемой выделения так называемого «регионального шума» из совместного тектоно-эвстатического воздействия на формирование осадочных толщ (Шлезингер и др., 2006; Aigner et al., 1990; Aubry, 1991; Bally, 1980; Bond, Kominz, 1992; Brunet, LePichon, 1982; Burgess et al., 2006; Burgess, Gurnis, 1995; Christie-Blick, 1991; Csato, Kendall, 2002; Einsele, 2000; Embry, 2009; Galloway, 1989; Galloway, Hobday, 1983; Gawthorpe et al., 1994; Kendall et al., 1993; Kunin, Segalovich, 1996; MacKenzie, Pigott, 1981; MacDonald, 1991; Mitchum, Van Wagoner, 1991; Posamentier, Allen, 1993, 1999; Sleep, 1976; Soreghan, Dickinson, 1994; Tipper, 1991; Williams, 1993). Для выделения влияния тектонических колебаний из совместного тектоно-эвстатического взаимодействия требовалась разработка методического подхода к анализу литологического строения хроностратиграфически расчлененных осадочных последовательностей.

Среднеюрские-палеоценовые отложения, широко развитые на востоке Русской плиты (ВРП) и привлекающие внимание исследователей в качестве источ-

ников широкого спектра полезных ископаемых (Валеев, 1981), традиционно рассматривались как формационные комплексы (Фанерозойские осадочные..., 2000). Многими исследователями указывалось на необходимость придания нового импульса прогнозным разработкам на территории Русской плиты (РП) в связи с необходимостью выделения новых объектов (перспективных площадей, проявлений, месторождений) неметаллических полезных ископаемых (НПИ) – основных источников минерального сырья для агропромышленного и строительного комплексов европейской части РФ (Геология твердых..., 1999; Минерагения верхнепермского..., 2007; Минерагения осадочного..., 2004 и др.). В качестве научно-методологического подхода к рассмотрению среднеюрских–палеоценовых отложений ВРП как потенциальных источников новых объектов НПИ предложен анализ тектоно-эвстатических особенностей формирования осадочных последовательностей с выделением тектоно-эвстатических циклитов (ТЭЦ). Оказалось, что с каждым из выделенных ТЭЦ связан определенный комплекс НПИ, и каждый из выделенных циклитов характеризуется специфическим вещественным составом, определяющим минерагеническую специализацию отдельных горизонтов, толщ, либо всего циклита (Зорина, 2003<sup>2</sup>, 2005<sup>1</sup>, 2006<sup>1</sup>, 2007<sup>3</sup>, 2008<sup>2</sup>, 2009).

**Цель работы** заключалась в комплексном литолого-генетическом изучении среднеюрских-палеоценовых отложений ВРП на основе циклостратиграфического подхода и тектоно-эвстатического временного моделирования, в оценке их минерагенического потенциала.

#### **Задачи работы**

1. Разработка методического подхода к анализу литологического строения хроностратиграфически расчлененных осадочных последовательностей и глобальных эвстатических данных для выделения влияния «тектонического шума» из совместного тектоно-эвстатического взаимодействия.

2. Литолого-батиметрическое и тектоно-эвстатическое временное моделирование литологического строения разрезов в зависимости от интенсивности и направления вертикальных тектонических движений и глобальных эвстатических колебаний.

3. Циклостратиграфический анализ средне-верхнеюрских, нижнемеловых, верхнемеловых и палеоценовых отложений востока Русской плиты.

4. Детальное вещественно-генетическое изучение среднеюрских-палеоценовых пород востока Русской плиты на основе оптимального комплекса литолого-аналитических методов исследования полиминеральных кремнисто-карбонатных, карбонатно-кремнистых, терригенно-карбонатных и терригенных пород.

5. Циклостратиграфическое моделирование размещения НПИ.

#### **Защищаемые положения**

1. Разделение влияния глобальной эвстазии и регионального «тектонического шума» из совместного тектоно-эвстатического взаимодействия в эпиконтинентальном бассейне возможно путем наложения глобальной эвстатической кривой на батиметрическую кривую, построенную для конкретной хроностратиграфически расчлененной осадочной последовательности. Интервалы, где



проявляется сходство трендов кривых, отвечают преобладанию глобальной эвстазии; на этапах несовпадения в осадочном процессе доминирует «тектонический шум».

2. Циклостратиграфический анализ среднеюрских-палеоценовых отложений, проведенный на основе литолого-батиметрического и тектоно-эвстатического моделирования, позволил выделить в средне-верхнеюрской хроностратиграфической последовательности два тектоно-эвстатических циклита: байос-келловейский и оксфорд-волжский; в нижнемеловой – три циклита: валанжинский, готерив-аптский и альбский; в верхнемеловой – четыре циклита: сеноманский, туронский, коньяк-сантонский и кампан-маастрихтский; в палеоценовой – два циклита: даний-зеландский и танетский, представляющие собой крупнейшие литостратоны востока Русской плиты.

3. Литолого-генетическое изучение среднеюрских-палеоценовых осадочных последовательностей, слагающих выделенные тектоно-эвстатические циклиты, показало выдержанность вещественного состава среднеюрских-нижнемеловых свит и толщ на востоке Русской плиты, позволило реконструировать доминирующие и второстепенные геологические процессы, повлиявшие на фациальный облик осадков.

4. С каждым из среднеюрских-палеоценовых тектоно-эвстатических циклитов ВРП связан специфический комплекс НПИ. Перспективы выявления новых объектов глинистого, карбонатного и кремнистого сырья, цеолитсодержащих пород, фосфоритов и глауконитсодержащих песков, россыпепроявлений титан-циркониевых минералов оцениваются как высокие.

### **Научная новизна**

1. Разработаны генерализованные временные модели, позволяющие выделять влияние регионального «тектонического шума» из совместного тектоно-эвстатического взаимодействия.

2. С применением литолого-батиметрического и тектоно-эвстатического моделирования в среднеюрских-палеоценовых отложениях ВРП выделены тектоно-эвстатические циклиты, построены региональные эвстатические и тектонические кривые.

3. По результатам проведенного вещественно-генетического изучения среднеюрских-палеоценовых пород востока РП установлена пространственная и временная выдержанность вещественного состава среднеюрских-нижнемеловых осадочных последовательностей, обусловленная существованием в тектоно-эвстатической истории платформы интервалов длительного стабильного стояния уровня моря. Реконструированы доминирующие и второстепенные геологические процессы, повлиявшие на формирование и минерагеническую специализацию среднеюрских-палеоценовых тектоно-эвстатических циклитов.

4. Разработана циклостратиграфическая модель размещения НПИ на ВРП.

### **Практическая значимость**

Разработанные генерализованные литолого-батиметрические, тектоно-эвстатические и эвстатические временные модели имеют большое методологическое значение. Они использованы при циклостратиграфическом анализе оса-

дочных последовательностей, сформировавшихся в сложной тектоно-эвстатической обстановке, и могут применяться при исследовании фанерозойских осадочных толщ любого осадочного бассейна.

Методический подход к исследованию литологического состава и условий формирования среднеюрских-палеоценовых осадочных последовательностей ВРП реализован в рамках ГСР-50 на юго-западе Республики Татарстан (РТ) (1993-2002 гг.) и при выполнении работ по Госконтрактам с Роснедра и его территориальными органами (2004-2007 гг.): «Оценка минерально-сырьевой базы природных адсорбентов для экологической и экономической реабилитации экологически неблагоприятных регионов России», «Оценка перспектив развития и использования минерально-сырьевой базы цементного и минерально-строительного сырья России», «Геолого-экономическая и аналитико-технологическая оценка минерально-сырьевых ресурсов неметаллических полезных ископаемых Южного ФО» и др.

Результаты циклостратиграфических исследований использованы при моделировании размещения НПИ. Перспективы выявления новых объектов глинистого, карбонатного и кремнистого сырья, цеолит-, фосфоритсодержащих пород и других видов НПИ оцениваются как весьма высокие в силу выдержанности вещественного состава свит и толщ, сгруппированных в тектоно-эвстатические циклиты, на обширных территориях ВРП.

По результатам аналитико-технологических исследований нижнемеловых глин получено 2 патента на изобретения.

Авторские разработки по циклостратиграфическим исследованиям мезозойских отложений РТ включены в четыре монографии, одна из которых получила Госпремию РТ в области науки и техники за 2005 год. Две монографии были опубликованы в 2007 г. по заданиям Министерства экологии и природных ресурсов РТ и востребованы геологами, нефтяниками, студентами геологических специальностей ВУЗов и инвесторами.

Тектоно-эвстатическое моделирование используется автором при чтении курса «Основы стратиграфии» студентам геологической и гидрогеологической специальностей Казанского федерального университета.

### **Фактический материал**

Материал для научных исследований был собран автором при проведении полевых геологосъемочных работ масштаба 1:50 000 в РТ, а также при проведении полевого ревизионного обследования объектов неметаллических полезных ископаемых в рамках государственных контрактов по заданиям Роснедра и его территориальных органов (2004-2007 гг.).

В основу геологической фактуры положено детальное геологическое описание керна свыше 80 скважин (с данными ГИС) и около 300 частных разрезов средней юры - палеоцена, вскрытых горными выработками на ВРП. Все изученные разрезы опробованы автором на различные виды палеонтологических определений, аналитических исследований и технологических испытаний. Всего отобрано и исследовано свыше 3500 проб.

Минеральный состав пород, слагающих мезозойские стратоны на ВРП, определялся по результатам рентгенографических (рентгеновский количествен-

ный фазовый анализ (РКФА) – 352 анализа, рентгеновский фазовый анализ (РФА) – 170 анализов), полных химических (ПХА) (350 анализов), сокращённых минералогических (50 анализов), петрографических – (250 шлифов), нанопетрографических – (20 образцов). Технологическим испытаниям глин методом прямого обжига были подвергнуты 154 пробы. Все аналитические исследования и технологические испытания выполнены в аттестованных Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии лабораториях Аналитико-технологического испытательного центра ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» (руководитель АТСИЦ – профессор, д.г.-м.н. Т.З.Лыгина).

Сокращённым минералогическим и иммерсионным анализами исследованы 158 фракций 69 шлиховых проб (минералоги Л.В.Иралина, Ф.Х.Шайхетдинов).

Возрастные датировки юрских-палеоценовых слоев выполнены по результатам макрофаунистического анализа свыше 200 образцов (Е.Ю.Барабошкин, МГУ; В.В.Силантьев, КФУ), микрофаунистического анализа 554 проб (Г.Н.Старцева и Е. Мацнева, г. Саратов), палеопалинологического анализа 7 проб (К.В. Николаева и О.В. Макарова, КФУ), диатомового анализа свыше 300 проб (Н.И.Афанасьева, ЦНИИГеолнеруд). Палео- и петромагнитные свойства мезозойских отложений изучены по 1114 образцам (Ю.П.Балабанов, КФУ).

Помимо вышеприведенного фактического материала, полученного при непосредственном участии автора, в научном исследовании использовались геологические материалы многочисленных (свыше 80) фондовых отчетов по результатам геологосъемочных, поисковых, тематических работ, структурному бурению на территории ВРП.

### **Личный вклад автора**

Автором задокументирован керн свыше 80 скважин, полученный при геологическом картировании на юго-западе РТ в рамках ГСР-50 (около 20000 п.м.), в том числе – керн 8 опорных скважин (около 2000 м). При проведении геологосъемочных и прогнозно-ревизионных работ выполнено послойное геологическое описание более 300 естественных и искусственных обнажений средней юры-палеоцена (2100 м разреза) с опробованием разрезов на различные виды аналитических исследований и технологических испытаний (верхний мел и палеоцен – совместно с Н.И.Афанасьевой).

На основе полученных данных о вещественном составе, возрастных датировок слоев, сопоставления геологической документации скважин и ГИС автором выполнено комплексное лито-, био-, магнито- и циклостратиграфическое расчленение частных и сводных разрезов средней юры – палеоцена.

Автором разработаны генерализованные литолого-батиметрические, тектоно-эвстатические и эвстатические временные модели, которые положены в основу циклостратиграфических исследований юрских-нижнемеловых отложений ВРП, с построением региональных эвстатических и тектонических кривых, выделением ТЭЦ и поверхностей максимумов трансгрессий. Проведенное моделирование позволило автору решить актуальную задачу по разделению глобальной эвстатической составляющей и регионального

«тектонического шума» в совместном эвстатико-тектоническом взаимодействии, оказывающим основное влияние на формирование осадочных последовательностей в эпиконтинентальных бассейнах.

На основе установленного автором характера хроностратиграфического взаимоотношения разных фаций палеоцена Поволжья, доказана диахронность нижних границ свит, проведен их циклостратиграфический анализ с построением региональной эвстатической кривой, выделением поверхностей максимумов трансгрессий (совместно с Н.И.Афанасьевой и Д.А.Рубаном).

По результатам интерпретации данных аналитических исследований и собственных полевых наблюдений проведено вещественно-генетическое изучение турон-датской последовательности литостратонов ВРП, установлено повсеместное присутствие цеолитов во всех изученных литологических типах пород, реконструированы основные и второстепенные геологические процессы, повлиявшие на формирование свит (совместно с Н.И.Афанасьевой, С.А.Волковой).

Проанализирована обширная геологическая фактура по приуроченности НПИ к определенным литостратонам средней юры - палеоцена, установлена минерагеническая специализация ТЭЦ. В качестве научно-методологического подхода к рассмотрению среднеюрских-палеоценовых отложений ВРП как потенциальных источников новых объектов НПИ автором предложен анализ тектоно-эвстатических особенностей формирования осадочных последовательностей с выделением ТЭЦ. Разработана циклостратиграфическая модель размещения НПИ на ВРП.

#### **Апробация работы**

Основные результаты работы докладывались на многочисленных совещаниях и конференциях, в т.ч. на: региональных совещаниях по проблемам геологии Поволжья (Казань, 1997, 1999, 2004; Саратов, 2001, 2003, 2004); Всероссийских литологических совещаниях (Москва, 2000, 2006; Екатеринбург, 2008); конференциях молодых ученых (Казань, 2001, 2002; Томск, 2004); 32-м Международном Геологическом Конгрессе (Florence, 2004); чтениях памяти П.Н. Чирвинского» (Пермь, 2006, 2008, 2009, 2011); Международных конференциях «Новые идеи в науках о Земле» (Москва, 2005, 2007, 2009, 2011); Всероссийских совещаниях по вопросам стратиграфии и палеогеографии юрской и меловой систем России (Москва, 2005; Саратов, 2006, 2009; Ярославль, 2007; Новосибирск, 2008; Ульяновск, 2010); Годичных собраниях секции палеонтологии МОИП «Палеострат» (Москва, 2006, 2008); 6-х и 7-х Саксовских чтениях (Новосибирск, 2006, 2011); Всероссийских конференциях по верхнему палеозою России (Казань, 2007, 2009); Тектоническом совещании (Москва, 2008); Международной конференции «Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли» (Тюмень, 2008); Всероссийском совещании «200 лет отечественной палеонтологии» (Москва, 2009); Годичном собрании РМО (Москва, 2009), Федоровской сессии (Санкт-Петербург, 2010); Всероссийских чтениях памяти ак. К.В.Симакова (Магадан, 2009); 8 Уральском литологическом совещании (Екатеринбург, 2010); XVI Российском совещании по экспериментальной минералогии (Черноголовка, 2010), VI-й Международной научной конференции

«Принципы организации природы» (Тюмень, 2010), Всероссийском совещании «Минеральные индикаторы литогенеза» (Сыктывкар, 2011) и др.

В 2005 году авторский коллектив, в составе которого была автор настоящей работы, был удостоен Государственной Премии РТ в области науки и техники за монографию «Геология Татарстана: стратиграфия и тектоника» (2003). В 2008 году авторы монографии «Геологические памятники природы Республики Татарстан» (2007), включая автора данной диссертации, были награждены «Почетной грамотой» ректора Казанского госуниверситета за создание уникального издания.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 86 научных работ, в том числе: 14 статей в ведущих рецензируемых российских и зарубежных научных журналах из Перечня ВАК, 4 монографии (3 - в соавторстве), 63 статьи и тезиса в российских и зарубежных журналах и научных сборниках; 3 учебно-методических пособия, получено 2 патента на изобретения.

### **Структура и объем работы**

Диссертация изложена на 303 страницах и состоит из введения, 9 глав, заключения и списка литературы. Она включает 80 рисунков, 16 таблиц, список литературы из 481 наименований.

### **Благодарности**

Автор благодарна д.г.-м.н. Е.М. Аксёнову за поддержку научных исследований на протяжении многих лет и ценные критические замечания, устранение которых способствовало улучшению работы. Плодотворные, хотя порой и критические обсуждения отдельных положений, разделов и всей работы в целом, консультации на разных этапах исследования проводились с профессором, д.г.-м.н. В.А.Прозоровским (СПбГУ), членом-корреспондентом РАН, д.г.-м.н. Б.Н.Шурыгиным (ИНГГ, Новосибирск), профессором, д.г.-м.н. Е.Ю.Барабосхиным (МГУ, Москва), профессором, д.г.-м.н. В.А.Захаровым, профессором, д.г.-м.н. М.А.Ахметьевым, к.г.-м.н. М.А.Роговым, к.г.-м.н. В.Н.Беньямовским (ГИН, Москва), к.г.-м.н. А.Г.Олферьевым (ПИН, Москва), к.г.-м.н. Д.Н.Киселевым (ЯГПУ), профессором, д.г.-м.н. А.Ю.Гужиковым и к.г.-м.н. Г.Н.Старцевой (СГУ, Саратов), к.г.-м.н. А.В.Жабиным (ВГУ, Воронеж), профессором, д.г.-м.н. Н.Н.Ведерниковым, д.г.-м.н. Н.Б.Валитовым, д.г.-м.н. У.Г.Дистановым, к.г.-м.н. Н.И.Афанасьевой, к.г.-м.н. А.М.Месхи, к.г.-м.н. В.П.Лузиным, к.г.-м.н. В.В.Власовым, к.г.-м.н. С.А.Волковой, (ЦНИИГеолнеруд, Казань), д.г.-м.н. Н.Г.Нургалиевой, к.г.-м.н. Г.А.Кринари, к.г.-м.н. В.Г.Изотовым (КФУ), к.г.-м.н. М.А.Эфендиевой (ИГ НАН Азербайджана, Баку), доктором Томом ван Луном (ИГ Университета А.Микиевича, Познань, Польша). При разработке данной тематики использовались палеонтологические и аналитические данные, предоставленные к.г.-м.н. В.В.Силантьевым, К.В.Николаевой, к.г.-м.н. Ю.П.Балабановым (КФУ), исследователями-аналитиками АТСИЦ ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» и многих других. Всем коллегам автор выражает искреннюю признательность.

Особая благодарность – к.г.-м.н., доценту ЮФУ (Ростов-на-Дону), доктору геологии Университета Претории (ЮАР) Д.А.Рубану за большую помощь с

литературой, плодотворные дискуссии и совместные научные исследования по актуальным направлениям циклостратиграфии.

### **КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ РАБОТЫ**

Во «**Введении**» изложена актуальность исследования, приведены цель и задачи работы, вытекающие из обозначенных научных проблем. Сформулированы четыре защищаемых положения, научная новизна и практическая значимость проведенного исследования. Приведены сведения о фактическом материале, личном вкладе автора, апробации работы, публикациях и структуре диссертации.

**Глава 1. «История литолого-стратиграфических исследований и развития представлений о закономерностях размещения твердых полезных ископаемых в среднеюрских-палеоценовых отложениях востока Русской плиты»** включает краткий обзор литолого-стратиграфических исследований мезозойских и палеогеновых отложений ВРП.

Основы литологического и стратиграфического изучения юрских, меловых и палеогеновых отложений Восточно-Европейской платформы (ВЕР) были заложены трудами русских и зарубежных геологов: А.Д. Архангельского, А.А. Борисяка, А.П. Карпинского, И.И. Лагузена, Г.П. Леонова, Е.В. Милановского, А.О. Михальского, Р. Мурчисона, С.Н. Никитина, А.П. Павлова, К.Ф. Рулье, И.Ф. Синцова, Д.Н. Соколова, Н.М. Сибирцева, Г.И. Фишера и многих других.

В послевоенные годы, благодаря большому объёму геологосъёмочных и геологоразведочных работ, а также тематических исследований в связи с поисками нефти, газа и других полезных ископаемых, появились новые фактические данные по стратиграфии, литологии и условиям образования юрских, меловых и палеогеновых отложений ВРП, обобщенные в многочисленных публикациях: Г.И. Блома (1955, 1995) с соавторами (1984), П.А. Герасимова (1955) с коллегами (1962, 1966, 1969, 1995), А.Е. Глазуновой (1961, 1963, 1972, 1973), Л.Г. Дайн (1961), Т.Л. Дервиз (1959), У.Г. Дистанова (1976) с соавторами (1970), Н.Т. Зонова (1939), А.П. Карпинского (1947), В.В. Корчагина (1962, 1964), К.И. Кузнецовой (1965), С.В. Мелединой (1986, 1987, 1994), Н.П. Михайлова (1962 г.), Д.П. Найдина (1992, 1993, 1995) с коллегами (1980, 1984, 1986, 1994), В.Н. Незимова (1964, 1968), А.Н. Розанова (1923, 1927), Н.Т. Сазонова (1953, 1957), И.Г. Сазоновой (1958, 1961), Н.Т. Сазонова и И.Г. Сазоновой (1967, 1991), И.И. Сей и Е.Д. Калачевой (1992), Г.Н. Старцевой (1975, 1986) и многих других.

Дальнейшее геологическое изучение среднеюрских-палеоценовых отложений ВРП в значительной степени связаны с проведением региональных геологосъёмочных работ масштабов 1:200000, 1:50000, тематических работ по разработке и усовершенствованию легенд к геологическим картам, переизданием Унифицированных стратиграфических схем юрских, нижнемеловых и верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы (ВЕР), а в последнее время – с многочисленными детальными и комплексными (лито-, био-, магнитостратиграфическими) исследованиями частных разрезов.

Существенным событием в обобщении результатов стратиграфических исследований последних лет в бореальной области явилась публикация Бореального зонального стандарта юры (Захаров и др., 1997, 2005) и нижнемелового зонального аммонитового стандарта Бореальной области (Барабошкин, 2004). В настоящей работе данные стандарты использованы в качестве хроностратиграфической основы (Зорина, 2007а, 2008в), наряду со сводными разрезами структурно-геологических зон и подзон (Унифицированная стратиграфическая..., 1993 с изменениями 1994 года) и результатами детальных стратиграфических исследований последних лет (Гуляев, 2001; Гужиков, 2004; Диденко, Зорина, 2003; Киселев, 1999, 2001, 2005; Киселев, Рогов, 2007; Рогов, 2002, 2004, 2005; Рогов, Киселев, 2007 и др.).

Результаты комплексного лито- и биостратиграфического расчленения верхнемеловых отложений РП, проведенного на основе анализа обширного фактического материала и сопоставления биозональных последовательностей, выделенных в разрезах, с глобальными биостратиграфическими шкалами, опубликованы А.Г. Олферьевым и А.С. Алексеевым (2002, 2003). Они положены в основу утвержденной МСК унифицированной схемы верхнемеловых отложений ВЕП (Стратиграфическая схема, 2004), которая использована в качестве хроностратиграфической основы верхнемеловых отложений в проведенных нами исследованиях.

Вопрос о возрастном соотношении разнофациальных литостратонов палеоцена до настоящего времени однозначно не решен (Состояние изученности..., 2008). В последние годы опубликован целый ряд сводных стратиграфических работ по палеогену: стратиграфическая схема морского палеогена юга европейской части России (Ахметьев, Беньямовский, 2003) и Российской части Западной Евразии (Ахметьев, Беньямовский, 2006), включающие скоррелированные параллельные шкалы по различным видам биоты, и сопоставленные с глобальными шкалами по известковому нанопланктону (Martini, 1977; Bukry, 1975). Стратиграфическая схема морского палеогена юга европейской части России М.А. Ахметьева и В.Н. Беньямовского (2003) рекомендована Международной комиссией по стратиграфии (МКС) для расчленения и корреляции палеогеновых отложений на Юге Европейской России (Состояние изученности..., 2008).

Циклостратиграфия широко применяется в научных и прикладных геологических исследованиях как метод литолого-стратиграфического анализа, позволяющий реконструировать условия накопления и сохранения осадочных отложений в бассейнах осадконакопления, включая условия формирования и локализации полезных ископаемых.

В контексте непрерывно-прерывистой этапности формирования стратисферы Земли (Соколов, 2010) границы ТЭЦ, разделенных крупными несогласиями, можно рассматривать как важнейшие абиотические и биотические рубежи, вызванные тектоно-эвстатическими импульсами, приводящими, как следствие, к биотическим стрессам. Каждый ТЭЦ, таким образом, характеризуется непрерывной слоевой последовательностью, заключающей в себе остатки биоты, обитавшей в бассейне во время формирования циклита.

В середине 20 века циклостратиграфия получила мощный импульс развития в связи с внедрением в практику геологоразведочных работ секвенс-стратиграфического анализа. В работе П.Р. Вейла и его коллег (Vail et al., 1977), помимо концепции сейсмической стратиграфии, была опубликована глобальная циклостратиграфическая шкала, основанная на положении о признании эвстазии главной движущей силой при формировании стратиграфической цикличности всех уровней.

В последние десятилетия значительный объем исследований был посвящен моделированию фациальных обстановок, возникающих при совместном, одно- и разнонаправленном воздействии основных осадкообразующих процессов – эвстазии, «тектонического шума» и поступления осадочного вещества (Catuneanu, 2002; Einsele, 2000; Embry, 2009; Gurnis, 1992; Hallam, 1963; Harrison, 1990; Harrison et al., 1981; Jervy, 1988; Miall, 1990; Posamentier et al., 1988; Posamentier and Vail, 1988; Reading, 1996; Sahagian, 1989; Sarg, 1988; Vail et al., 1991; Van Wagoner et al. 1990; Williams, 1993).

Широкомасштабное применение глобальных эвстатических кривых и циклостратиграфических шкал в производственных и научных целях требовало перманентного увеличения точности привязки выделенных циклитов к хроностратиграфической основе (Catuneanu, 2002, 2006; Catuneanu et al., 2009; Hallam, 1981, 1988, 2001; Haq, 1992; Haq, Al-Qahtani, 2005; Haq et al., 1987, 1988; Martins-Neto, Catuneanu, 2010; Miller et al., 1987, 1991, 2005; Müller et al., 2008; Sharland et al., 2001, 2004; Simmons et al., 2007). Для обеспечения наиболее точной возрастной датировки циклов глобального разреза Б.Хаком с коллегами был использован полученный к тому времени обширный материал по детальному стратиграфическому изучению мезозойских разрезов – потенциальных кандидатов в глобальные стратотипы ярусных границ. Следует отметить, что кривые Б.Хака и его коллег, опубликованные в 1987 году, были востребованы исследователями почти 20 лет, получив признание и подтверждение по всему миру.

В 2005 году Б.Хаком и А.Аль-Катани была опубликована циклостратиграфическая шкала Аравии, охватывающая временной интервал от кембрия по неоген (Haq and Al-Qahtani, 2005). В данной работе приведены не только региональные кривые колебаний уровня моря, но и актуализированная и вновь откалиброванная глобальная эвстатическая кривая, а также последовательность важнейших тектонических, палеогеографических и климатических событий. Авторами делается важнейший вывод о сходстве и различии региональных и глобальных кривых в отдельные интервалы геологического времени. Сходство трендов кривых, установленное в кембрии, раннем силуре и средней юре свидетельствует о том, что глобальная эвстазия являлась на этих этапах развития Аравийской платформы доминирующим фактором в осадкообразовании, а тектоническая активность была минимальной. Новая циклостратиграфическая шкала Аравии и глобальная эвстатическая кривая построены на самой современной (на то время) хроностратиграфической основе – Шкале геологического времени – 2004 (Gradstein et al., 2004), что позволяет более точно оценить временные этапы воздействия глобальных эвстатических событий, либо преобла-



дания региональных и локальных тектонических сигналов, выявленных в разрезах осадочных бассейнов разных регионов.

Высшую степень своего развития отечественная циклостратиграфия получила в трудах проф. Ю.Н. Карогодина – основоположника предложенного им нового научного направления – литмологии (Карогодин, 1980, 1990, 1993, 1996, 2006). Важнейшей особенностью данного направления является применение системного, философско-методологического подхода к решению проблем бассейновой стратиграфии. С.С. Розова в «Послесловии» к монографии Ю.Н. Карогодина (2006) отмечает, что литмология открыла новый мир в геологической реальности – «...мир циклитов как естественных геологических тел надпородного уровня организации», «...породно-слоевых ассоциаций, целостных во времени формирования систем...» (Карогодин, 2006, с.141). Ю.Н. Карогодиным разработаны системно-литмологические модели нефтегазоносных комплексов Западной Сибири, положительный прогноз по которым подтвердился открытием многочисленных крупных месторождений нефти и газоконденсата (Карогодин, 2006).

Генетической связи юрских и нижнемеловых литостратонов ВРП с глобальными изменениями уровня моря посвящен целый ряд публикаций (Алексеев и др., 1996; Алексеев, Олферьев, 2007; Барабошкин, Никульшин, 2006; Габдуллин, 2007; Зорина, 2003, 2005, 2007; Найдин, 1995; Sahagian and Holland, 1991; Sahagian and Jones, 1993; Sahagian et al., 1996; Zorina, Ruban, 2007). В последних разработках было показано, что среднеюрские-нижнемеловые свиты (толщи) группируются в циклиты 2 порядка (мегациклиты) (по Vail et al., 1991), которые сформировались под воздействием тектоно-эвстатических импульсов и разделены длительными гиатусами.

С циклостратиграфией тесно связана тектоностратиграфия (Никишин, Копяевич, 2009), предполагающая выделение мегасеквенций и интерпретацию геологических разрезов в терминах тектонических обстановок формирования осадочных толщ.

Теоретической разработке и практической апробации фациально-циклического анализа посвящена серия публикаций ведущих специалистов-литологов Уральского горного университета (Алексеев и др., 2006, 2007, 2009; Литология и геология, 2008, 2010). Авторами рассмотрена тюменская угленосная свита Шаимского нефтегазоносного района как самоорганизующаяся система. Выделены и охарактеризованы литоциклиты, установлены закономерности их чередования в связи с трансгрессиями и регрессиями.

Проведен крупный комплекс исследований, посвященных фиксации эвстатических сигналов в юрской-неокомской продуктивной толще Западно-Сибирского бассейна (Алексеев и др., 2009; Захаров и др., 1991, 1998; Шурыгин и др., 1999; Sahagian et al., 1995, 1996, 1997), реконструкции юрских и меловых эвстатических колебаний уровня моря на РП (Sahagian, Holland, 1991; Sahagian, Jones, 1993).

Д.П.Найдиным выполнен секвенс-стратиграфический анализ верхнемеловых отложений востока Европейской палеобиогеографической области в пределах ВЕП (Найдин, 1995).

А.С.Алексеевым и А.Г.Олферьевым (2007) построены количественные палеобатиметрические кривые, реконструированных по юрским отложениям различных структурно-геологических зон ВЕП (Алексеев, Олферьев, 2007).

Построению эвстатических кривых для раннемеловой эпохи РП посвящены исследования Е.Ю.Барабошкина (2001); для альбского этапа платформы – А.С.Алексеева с коллегами (1996), Е.Ю.Барабошкина и А.С.Никульшина (2006). Исследования в области цикло- и секвенс-стратиграфии верхнего мела РП выполнены Р.Р. Габдуллиным (Габдуллин, 2007).

Восток Русской плиты справедливо считается одним из наиболее изученных регионов России (Минерагения осадочного..., 2004), в котором были реализованы фундаментальные научные идеи выдающихся российских геологов и литологов: А.Д. Архангельского, Г.И. Бушинского, У.Г. Дистанова, Н.Б. Васоевича, А.Н. Мазаровича, В.В. Меннера, Е.Д. Милановского, А.С. Михайлова, В.И. Муравьева, Д.В. Наливкина, А.П. Павлова, А.Б. Ронова, К.Е. Сеславинского, Н.М. Страхова, В.Н. Холодова, Ю.Г. Цеховского, Н.С. Шатского, О.В. Япаскурта и многих других. Практическое подтверждение, выраженное в открытии многочисленных месторождений полезных ископаемых, нашли основные положения теории литогенеза и фациального анализа (Д.В. Наливкин, Н.М. Страхов, Ю.П. Казаринов, О.В. Япаскурт и др.), учение о формациях, тектоно-седиментационной цикличности (В.Е.Хаин, Н.П. Херасков и др.), закономерностях кремне- и фосфатонакопления (Г.И. Бушинский, Б.Н. Волков, А.Н. Диденко, У.Г. Дистанов, В.И. Муравьев, И.В. Хворова, В.Н. Холодов и др.), глауконитообразования (И.В. Николаева), цеолитообразования (А.Г. Коссовская, А.С. Михайлов, В.И. Незимов), карбонатонакопления (А.Б. Ронов, А.С. Михайлов, Н.Н. Предтеченский и др.).

В последние годы специалистами ЦНИИгеолнеруд изданы монографии (Геология твердых..., 1999; Фанерозойские осадочные..., 2000; Минерагения осадочного..., 2004; Минерагения верхнепермского..., 2007 и др.), в которых затрагиваются фундаментальные аспекты геологического изучения среднеюрских-палеоценовых отложений ВРП как источника НПИ и содержатся конкретные рекомендации по направлениям дальнейших исследований, необходимых для укрепления минерально-сырьевого потенциала.

Таким образом, среднеюрские-палеоценовые отложения ВРП имеют длительную историю своего изучения как в аспекте литобиомагнитостратиграфического расчленения и корреляции отдельных слоев, свит и толщ, так и в качестве источников широкого спектра НПИ. Анализ обширной опубликованной фактуры и результаты собственных исследований позволяют по-новому рассматривать их как хроностратиграфически расчлененные осадочные последовательности, объединенные в непрерывно накопившиеся ТЭЦ с выдержанным вещественным составом и характерной для каждого цикла минерагенической специализацией.

## **Глава 2. «Методика исследований».**

Разрезы морских осадочных толщ представляют собой результат совместного воздействия большого количества факторов, важнейшими из которых признаны три – глобальная эвстазия, региональный «тектонический шум» и коли-

чество поступающего осадочного материала (Aubry, 1991; Csato, Kendall, 2002; Einsele, 2000; Embry, 2009; Galloway, 1989). Колебания глобального уровня моря и вертикальные движения поверхности морского дна вызывают изменения глубины бассейна и, следовательно, определяют литологический состав формирующихся осадков (Зорина, 2007б).

Хроностратиграфическим базисом для циклостратиграфических построений послужили результаты проведенного комплексного (лито-, био-, магнитостратиграфического) расчленения на пачки и свиты многочисленных (свыше 200) частных и скомпилированного сводного мезозойского разреза северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба (УСП) (Диденко, Зорина, 2003; Зорина, 2003, 2004, 2005б; Зорина и др., 2000в).

Свиты и толщи, выделенные в мезозойском разрезе, скоррелированы с одновозрастными литостратонами ВРП, согласно утвержденным МСК унифицированным стратиграфическим схемам юрских, нижнемеловых и верхнемеловых отложений РП и увязаны с результатами обобщенных и детальных стратиграфических исследований, выполненных в последние годы (Барабошкин, 2004; Барабошкин и др., 1999; Барабошкин, Михайлова, 2002; Захаров и др., 1997, 2005; Киселев, 1999; Киселев, Рогов, 2007; Митта, 2003; Рогов, 2004; Рогов, Киселев, 2007 и др.).

Для решения задачи по оценке вклада регионального «тектонического шума» в относительное изменение уровня моря в среднеюрском-палеоценовом эпиконтинентальном бассейне ВРП были разработаны генерализованные временные модели (литолого-батиметрические, тектоно-эвстатические и эвстатические), иллюстрирующие возможные варианты литологического строения разрезов в зависимости от интенсивности и направления вертикальных тектонических движений (литолого-батиметрические и тектоно-эвстатические модели) и от скорости эвстатических колебаний (эвстатические модели) (Зорина, 2007б, 2009). Разработанные модели учитывают влияние всех трех основных факторов осадконакопления – глобальной эвстазии, регионального «тектонического шума» и количества поступающего осадочного материала. Влияние третьего из приведенных основных факторов выражено в компенсации массы формирующего осадка изостатическим прогибанием всей толщи, что способствует предотвращению засыпания бассейна осадками.

Следующим этапом моделирования явилось более детальное рассмотрение отдельных вариантов совместного взаимодействия глобальной эвстазии и регионального «тектонического шума» с построением региональных эвстатических и тектонических кривых.

Разработанные генерализованные временные модели (Зорина, 2006б, 2007б, е) использованы при проведении циклостратиграфического анализа сводных хроностратиграфических разрезов средней юры-нижнего мела ВРП. Было выполнено хроностратиграфическое расчленение разреза с выделением ТЭЦ - серий непрерывно накопившихся осадков, разделенных крупными перерывами. Затем проведена батиметрическая интерпретация литологического строения разреза и построена кривая изменения глубины бассейна во времени, которая отражает колебания регионального уровня моря. На построенную кривую на-

ложена кривая глобальных эвстатических колебаний (Haq, Al-Qahtani, 2005) и проведено сопоставление двух кривых. Кривая вертикальных тектонических движений построена как вычитание влияния глобального эвстатического фактора из регионального эвстатического.

Предлагаемый тектоно-эвстатический методический подход к интерпретации хроностратиграфически расчлененных разрезов имеет свои особенности при применении на локальном (по разрезам единичных скважин, обнажений и их групп) и на региональном (сводные разрезы структурно-геологических зон и подзон) уровнях.

**Локальный** уровень тектоно-эвстатических реконструкций предусматривал количественную оценку палеобатиметрических изменений на основе анализа литологического строения среднеюрского-нижнемелового разреза и микрофаунистических данных по разрезу Тат.-Шатрашанской скважины 1 (Зорина, Старцева, 2010).

Произведено моделирование батиметрического расселения бентосных фораминифер в средней юре-раннем мелу на северо-востоке УСП. После проведенного анализа экологических особенностей исследованного сообщества фораминифер и количественных подсчетов выполнено расчленение разреза на палеобатиметрические зоны с построением батиметрических кривых. Вариации динамики общей численности популяции и разнообразия бентосных фораминифер легли в основу проведения поверхностей максимумов трансгрессий.

**Региональные** тектоно-эвстатические построения с применением разработанных литолого-батиметрических и тектоно-эвстатических моделей заключались в циклостратиграфическом анализе среднеюрских-нижнемеловых отложений, распространенных на ВРП (Зорина, 2008 а-в, 2009), который выполнен по скоррелированным между собой сводным хроностратиграфическим разрезам различных структурно-геологических зон и подзон с включением новых данных по северо-востоку УСП.

Установлена последовательность эвстатических и тектонических событий, которые играли решающую роль в мезозойской геологической истории ВРП. Выделены ТЭЦ и поверхности максимумов трансгрессий (ПМТ), построены кривые относительных колебаний уровня моря и вертикальных тектонических движений, которые испытывала поверхность дна седиментации.

Методика циклостратиграфического анализа верхнемеловых отложений включала комбинирование тектоно-эвстатического и событийного подхода к анализу лито- и хроностратиграфических данных по серии частных разрезов северо-востока УСП, с последующим сопоставлением с региональными мегациклитами (Зорина, 2003, 2007б-г).

Циклостратиграфический анализ маастрихтских-палеоценовых отложений Среднего и Нижнего Поволжья выполнен по итогам проведенного определения хроностратиграфического взаимоотношения разнофациальных стратонов. Хроностратиграфическая схема палеоцена (Зорина, 2006б; Зорина, Афанасьева, 2006а,б, 2008в) составлена на основе анализа публикаций о результатах нанозонального расчленения разрезов верхнемеловых-палеоценовых отложений (Ахметьев, Беньямовский, 2003, 2006; Мусатов и др., 2004; Мусатов, Христен-

ко, 2004; Овечкина, 2004), сопоставления с разработанными и апробированными глобальными шкалами по известковому нанопланктону (Bukry, 1975; Martini, 1977; Perch-Nielsen, 1985), привлечения результатов зонального расчленения палеоценовых отложений Среднего Поволжья по диатомеям и силикофлагеллятам (Афанасьева, 2004; Глезер, 1995).

Рассмотрение последовательностей литостратонов в контексте сменяющих друг друга или одновременно взаимодействующих разнообразных геологических процессов и событий приобретает все больший интерес в связи с появившимися в распоряжении исследователей новыми методами изучения вещества.

Для изучения вещественного состава осадочных пород, слагающих верхнемеловые-палеоценовые литостратоны ВРП, применен комплекс аналитических методов (РКФА, ПХА и др.). Все исследования проведены на современном оборудовании по методикам, разработанным специалистами ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» и апробированным в многолетней практике аналитического и технологического изучения осадочных горных пород как источников минерального сырья (Лыгина и др., 1998).

Обработка аналитических данных заключалась в усреднении содержаний минеральных и химических фаз по каждому литостратону и уточнении полевых определений. Литологическая характеристика пород дана согласно общепринятым классификациям осадочных образований (Геологический словарь, 1973; Логвиненко, 1984), второстепенные литологические компоненты, уточняющие основное название породы, располагаются в порядке уменьшения их содержания. Принятая на основе вышеприведенных источников классификация второстепенных компонентов была апробирована при изучении вещественного состава разреза «Белогродня» (Зорина, Афанасьева, 2009 а) и турон-датских литостратонов ВРП (Зорина и др., 2008).

Для определения пригодности литологических типов пород, отдельных горизонтов в составе толщ (свит) в качестве твёрдых полезных ископаемых использована группа физико-химических, петрографических и электронно-микроскопических методов (Валитов, Зорина, 2007; Зорина, 2002, 2005 б, Зорина и др., 2000 а, б; Зорина, Валитов, 2007) и технологические испытания глини методом прямого обжига.

Минералогические анализы выполнены для выявления повышенных концентраций и диагностики титан-циркониевых минералов в базальных песках лаишевской толщи. После визуальной диагностики проводился иммерсионный анализ под биноклем и изучение оптических свойств под поляризационным микроскопом.

Петрографические определения выполнялись под поляризационным микроскопом, нанопетрографические - под электронным сканирующим микроскопом РЭМ-100У. Отдельные электронно-микроскопические снимки выполнены в Воронежском госуниверситете А.В. Жабиным и Д.А. Дмитриевым на приборе SEM JSM-6380LV.

На основе анализа хроностратиграфического положения ТЭЦ проведено моделирование размещения НПИ, приуроченных к среднеюрским-палеоценовым отложениям ВРП (Зорина, 2006 а). Формирование продуктивных

горизонтов увязано с эволюцией морского бассейна, выраженной в совместном влиянии глобальной эвстазии и регионального «тектонического шума».

Охарактеризованные методические подходы (как имеющиеся в распоряжении диссертанта традиционные литолого-стратиграфические методы и аналитико-технологические методики, так и разработанные лично автором), позволили решить поставленные задачи и получить изложенные ниже научные результаты

### **Глава 3. «Зависимость литологического строения осадочных толщ эпиконтинентальных бассейнов от глобальных эвстатических колебаний и регионального «тектонического шума»».**

Генерализация комбинаций разноранговых и разноамплитудных флуктуаций глобальной эвстазии и вертикальных тектонических движений, определяющих изменение глубины бассейна седиментации и, соответственно, фациальной обстановки, позволяет смоделировать строение формирующейся осадочной толщи. На конкретной модели это выглядит как вычисление положения регионального эвстатического уровня моря (РУМ) (глубины бассейна) при многовариантных положениях глобального уровня моря (ГУМ) и уровня дна седиментации (УДС) (рис. 1). Положение всех трех уровней относительно принятой нулевой линии за некоторый промежуток времени  $t$  приведено в левой колонке модели. Правая ее часть демонстрирует этапы осадконакопления и перерывов за этот же временной интервал и литологический состав сформированной осадочной толщи.

Построено 12 литолого-батиметрических моделей при следующих вариантах тектоно-эвстатической ситуации: 1) - отсутствии влияния глобальной эвстазии и «тектонического шума»; 2) - отсутствии «тектонического шума», полном цикле глобального изменения уровня моря; 3) - отсутствии влияния глобальной эвстазии, полном тектоническом цикле; 4) - полном тектоническом цикле, положительной фазе глобального эвстатического цикла; 5) - полном глобальном эвстатическом цикле, отрицательной фазе тектонического цикла; 6) - полном тектоническом цикле, отрицательной фазе глобального эвстатического цикла; полных глобальном эвстатическом и тектоническом циклах: 7) - находящихся в противофазе; 8-9) - со смещенными фазами на четверть времени  $t$ ; 10) - полном глобальном эвстатическом цикле, единовременном прогибании поверхности седиментации на величину, равную максимальному росту (падению) глобального уровня моря; 11) - полном глобальном эвстатическом цикле, единовременном воздымании поверхности седиментации на величину, равную максимальному росту (падению) глобального уровня моря; 12) - полных синфазных циклах глобальных эвстатических и региональных тектонических колебаний, последний из которых смещен в отрицательную область относительно нулевого уровня на величину, равную максимальному росту (падению) уровня моря.



По результатам проведенного моделирования установлены следующие общие закономерности, справедливые для любого из рассмотренных вариантов.

1. При компенсации глобальной эвстазии региональными тектоническими движениями положительного знака осадконакопления не происходит.

2. При отсутствии влияния регионального «тектонического шума», глубина бассейна полностью контролируется фактором глобальной эвстазии.

3. При воздымании дна седиментации бассейн обмелевает на величину воздымания, а при прогибании дна – углубляется на эту же величину.

4. При одновременном росте глобального уровня моря и прогибании дна, углубление бассейна усиливается.

5. При одновременном падении глобального уровня моря и прогибании поверхности дна, глубина бассейна зависит от амплитуды преобладающего процесса. Если преобладает падение глобального уровня над прогибанием, территория выводится на сушу. При преобладании прогибания осадконакопление продолжится.

Тектоно-эвстатическое временное моделирование (Зорина, 2007 б) является частным случаем рассмотренного выше литолого-батиметрического моделирования. Это вариант с полным глобальным эвстатическим циклом при единовременном прогибании (воздымании) поверхности седиментации.

В случае отсутствия «тектонического шума» в разрезе будет наблюдаться равномерная смена фациального ряда осадков от грубых фаций до тонких илов, характерная для углубления бассейна. Если амплитуда единовременного *прогибания* дна будет сопоставима с разницей глубин накопления соседних членов фациального ряда, то в трансгрессивную часть цикла сформируется последовательность слоев, в которой фациальный спектр будет смещен на 1 фацию в направлении более глубоководных осадков. При все более интенсивном прогибании из разреза будут исчезать грубообломочные фации, а при «мгновенном» и высокоамплитудном прогибании равномерный рост уровня моря никак не отразится на литологическом составе осадков, т.к. фациальный спектр с самого начала осадконакопления сместится к самым глубоководным фациям, которыми и будет представлен весь разрез. Т.е. при одновременном росте глобального уровня моря и прогибании дна бассейна тектоническая составляющая способствует дополнительному углублению бассейна.

Возможные варианты литологического строения разрезов рассмотрены и при однократном разноамплитудном *воздымании дна*. В разрезе будет отмечаться смещение фациального состава в сторону мелководья. При все более интенсивном воздымании из разреза будут исчезать глубоководные фации. Таким образом, тектонические движения положительного знака «затушевывают» глобальные эвстатические колебания вплоть до полного обмеления бассейна и, что очень важно, способствуют сокращению времени осадконакопления. Это во многом объясняет несовпадение во времени начала и окончания влияния глобальных эвстатических импульсов в разных участках одной платформы или на разных платформах.

В предложенных тектоно-эвстатических моделях возможные варианты литологического строения осадочных разрезов сопровождаются кривыми регио-



нальных эвстатических колебаний и вертикальных тектонических движений, суммарное влияние которых определяет глубину бассейна и, как следствие, - литологический состав формирующихся осадков. Практическая значимость предложенного моделирования заключается в появившейся возможности построения этих кривых.

При проведении тектоно-эвстатического моделирования в качестве одного из условий было принято, что глобальные эвстатические колебания происходят с равномерной скоростью. В реальной геологической обстановке скорость эвстатических колебаний не остается постоянной, что соответственно отражается на литологическом строении осадочных толщ.

Некоторые возможные варианты подобной зависимости приведены на эвстатической временной модели (Зорина, 2007 б) (рис. 2).

В связи с неравномерной скоростью эвстатического роста и падения (варианты А, С, D) длительности этапов накопления разных членов фациального ряда будут различаться. Так, в варианте А присутствует только фация, соответствующая достигнутому уровню моря: в рассматриваемом случае это самая глубоководная фация. Варианты С и D являются промежуточными: доминирующую роль в разрезах играют фации, сформированные на наиболее длительных этапах медленного роста или падения уровня моря.

В варианте с равномерной эвстазией (В) этапы формирования всех фаций окажутся сопоставимыми между собой по времени. Следовательно, в хроностратиграфическом разрезе будет равномерно представлен весь фациальный спектр – от мелководных до глубоководных фаций.

Разработанные модели применимы для интерпретации литологии разрезов эпиконтинентальных бассейнов, представленных преимущественно обломочными и глинистыми толщами. Апробация представленных временных тектоно-эвстатических моделей на примере готерив-аптского тектоно-эвстатического цикла ВРП демонстрирует, с одной стороны, их упрощенность (генерализованность), а с другой стороны - направленность к внутреннему универсализму. Последнее предоставляет широкие возможности к дальнейшему усложнению и усовершенствованию моделей, что позволит приблизиться к пониманию многофакторной геологической истории осадочного бассейна.

**Глава 4. «Лито-, био-, магнитостратиграфическое расчленение среднеюрских-меловых отложений северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба - хроностратиграфическая основа для циклостратиграфических построений».**

В качестве одного из опорных разрезов средней юры-мела северо-востока УСП описан разрез Татарско-Шатрашанской скв.1, пробуренной на междуречье Свияги и Суры. По керну отобрано около 1300 образцов на различные виды аналитических исследований для определения возрастных датировок и вещественного состава слоев.

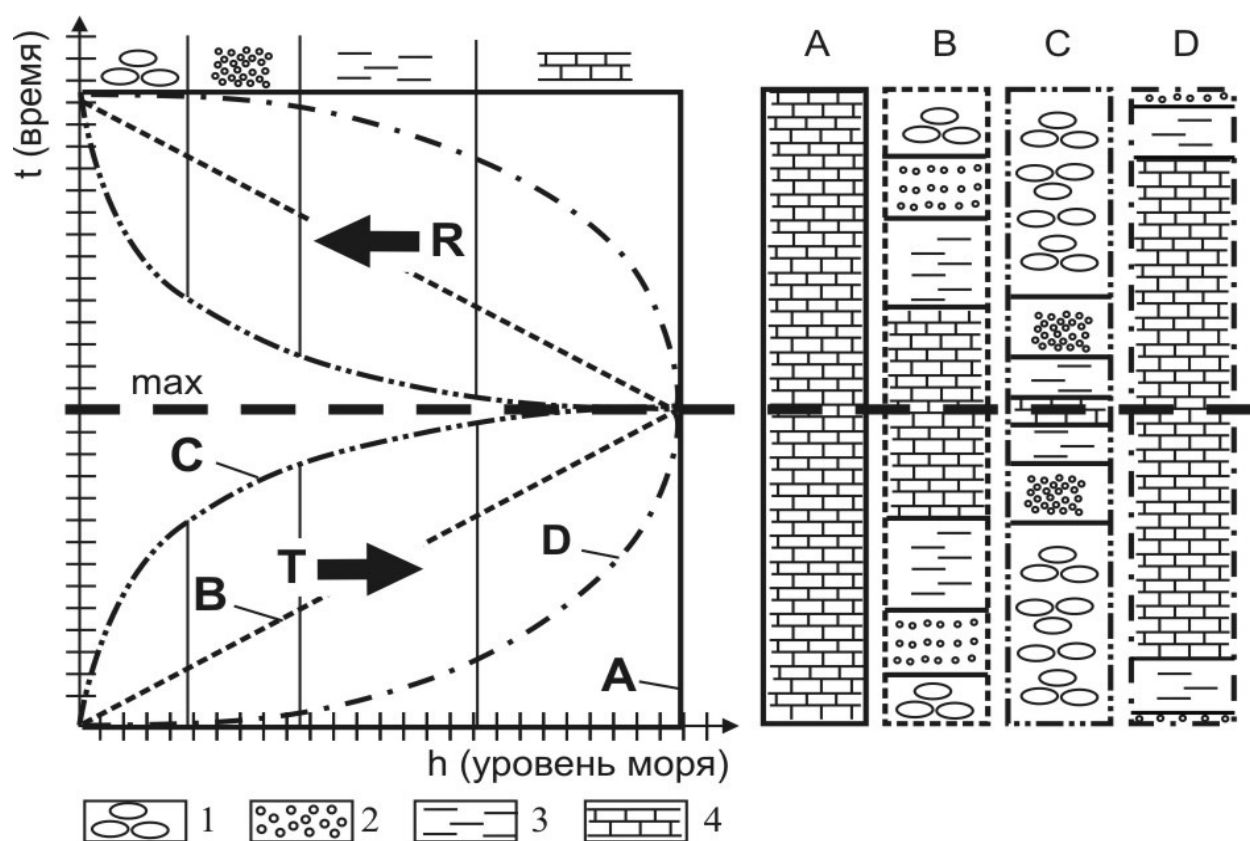


Рис. 2. Генерализованная временная модель одностадийного эвстатического цикла и зависимость литологического строения разрезов от изменения скорости эвстатических колебаний.

Условные обозначения:  $h$  - уровень моря в абсолютных единицах,  $t$  - время, Т - трансгрессивная часть цикла, R - регрессивная часть цикла, 1-4 - фациальный переход от грубых осадков к тонким илам. А-Д - проекции на временную ось этапов формирования осадков при: А - мгновенном повышении и последующей стабилизации уровня моря, В - равномерном повышении уровня моря, С - медленном и последующим быстрым повышении уровня моря, D - быстрым и последующим медленным повышении уровня моря.

Свитное расчленение разреза выполнено с целью обоснования выделения литостратонов, картируемых на ВРП (Диденко, Зорина, 2003; Зорина, 2005 б).

Среднеюрские-меловые отложения скважины 1 расчленены на пачки (Зорина, 2005а, 2007а; Zorina, Ruban, 2007), которым дана детальная литобиоманитостратиграфическая характеристика. Определено хроностратиграфическое положение пачек, они сгруппированы в серии непрерывно накопившихся осадков - ТЭЦ, разделенные крупными перерывами. Выделенные литостратоны являются по своей природе и сущности мегасеквентами (по иерархии Vail et al., 1991), т.к. возрастной интервал их формирования варьирует от 5 до 20 млн. лет (прил. 1).

**1. Бат-среднекеellowейский ТЭЦ** включает пять пачек.

Пачка 1. Песок коричневато-серый, кварцевый, мелкозернистый, с прослоями глин, с мелкими валунами и гальками кремнистых пород (М. 7,6 м).

Пачка 2. Глина серая, безызвестковистая, каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистая, линзовидно-микрослоистая, алевролитовая, с желваками марказита (М. 12,4 м). Выявлены батские споро-пыльцевые спектры.

Пачка 3. Алеврит серый, светло-серый, плагиоклаз-кварцевый, глинистый, со скоплениями желваков марказита (М. 7,4 м).

Пачка 4. Глина серая, безызвестковистая, каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистая, с прослоями алеврита и обилием мелкозернистого пирита (М. 30,0 м). В средней части пачки найдены фораминиферы, отвечающие слоям с *Astacolus* нижнего келловея. Выше по разрезу определен фаунистический комплекс, соответствующий слоям с *C. elatmae*. и комплекс фораминифер зоны *G. tatarensis* – *M. mjatliukae*. В верхней части пачки найдены аммониты, позволяющие сопоставить данные слои с нижнекелловейской зоной *koenigi* (Киселев, 1999), и комплекс фораминифер, принадлежащий слоям с *L. tatariensis*.

Пачка 5. Мергель коричневатого-серый, оолитовый, с прослоями глины серой, оолитовой (М. 1,4 м). Установлен комплекс фораминифер, позволяющий сопоставить данный слой с зоной *L. pseudocrassa* – *L. cultratifomis*, коррелирующейся с аммонитовой зоной *K. jason* среднего келловея.

По результатам капнометрии пород установлено, что бат-среднекелловейский интервал разреза является самым сильномагнитным в среднеюрской части разреза ( $40\text{--}180 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ) (Балабанов и др., 2004; Зорина, 2005а), что согласуется с данными А.Ю. Гужикова (2004) о высоких концентрациях аллотигенного магнетита в батских отложениях Поволжья.

Непрерывная последовательность аммонитовых зон установлена в пачках 4 и 5: в пачке 4 – *elatmae*, *koenigi*, в пачке 5 – *jason* (прил. 1). По фораминиферам выделены следующие стратона: слои с *Astacolus*, зона *G. tatarensis* – *M. mjatliukae* (= *elatmae*), слои с *L. tatariensis* (= *koenigi*) и зона *L. cultratifomis* – *L. pseudocrassa* (= *jason*).

Выявленная последовательность аммонитовых зон соотносится с нижним келловеем (*elatmae*, *koenigi*) – нижней частью среднего келловея (*jason*) (Унифицированные стратиграфические..., 1993 с доп.), а фораминиферовые зоны выделены Г.Н. Старцевой более детально, чем в принятой схеме, что позволило сопоставить их со стандартными аммонитовыми стратонами. Корреляционный потенциал такого сопоставления оказался достаточно высоким, что позволило сопоставить выделенную последовательность пачек с бат-среднекелловейским интервалом ОСШ.

## **2. Верхнекимеридж–волжский ТЭЦ** имеет следующее строение.

Пачка 6. Глина серая, слабо известковистая, каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистая, с пиритизированными ядрами моллюсков (М. 9,0 м). Описаны фораминиферы, соответствующие подзоне *E. tatariensis*.

Пачка 7. Мергель светло-серый, известковый, сильно глинистый, с монтмориллонит-гидрослюдистой глинистой составляющей (М. 32,0 м). В нижней половине пачки определены фораминиферы подзоны *E. tatariensis*, в верхней – подзоны *P. pseudorjasanensis* – *H. monstratus*. В одном из слоев верхней половины пачки определен комплекс макрофауны, по которому выделены слои с *A. eudoxus* верхнего кимериджа.

Пачка 8. Глина серая, плотная, известковистая, мергелеподобная, переходящая в мергель серый, ихнитовый (М. 10,0 м). В подошве пачки найден

аммонит, характеризующий базальную зону *klimovi* нижневолжского подъяруса. В тех же слоях Г.Н. Старцевой найден комплекс фораминифер подзоны *E. alveolata* – *E. praereticulata*. В средней части пачки определены аммониты зоны *sokolovi* нижневолжского одъяруса и фораминиферы подзоны *E. gorodistchensis* зоны *P. bieleckae* – *V. kirillae*.

Пачка 9. Сланец зеленовато-серый, битуминозный, с прослоями глины битуминозной, песчаника и алевролита кварц-глауконитового, с обилием пирита (М. 5,9 м). Определен комплекс макрофауны, свидетельствующий о принадлежности пачки зоне *D. panderi* средневолжского подъяруса, и фораминиферы, отвечающие зоне *L. infravolgaensis* – *S. pravoslavlevi*.

Пачка 10. Песчаник зеленовато-темно-серый, мелкозернистый, кварц-глауконитовый, на известково-фосфатном и известково-глинистом цементе, с зернами коллофана, с аммонитами и двустворками зоны *V. virgatus* средневолжского подъяруса (М. 1,1 м). Песчаники этой пачки завершают строение юры в скв. 1.

Пачка. 11. Песчаник зеленый, кварц-глауконитовый, на известково-фосфоритовом цементе, мелкозернистый, очень крепкий (М. 0,6 м). В подошве определены аммониты зоны *Kachpurites fulgens*, выше по разрезу – аммониты зоны *Craspedites subditus* верхневолжского подъяруса нижнего мела.

Каппаметрия показала низкие значения магнитной восприимчивости пород равномерно по всей последовательности пачек ( $5\text{--}20 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). Лишь в интервале, соответствующем событийной пачке 9, отмечено резкое, но незначительное увеличение значений каппа до  $34 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Скачкообразный прирост магнитной восприимчивости внутри сланцевой толщи Поволжья отмечен А.Ю. Гужиковым (2004) и связывается с резким увеличением концентрации аутигенного пирита.

Палеомагнитный разрез представлен единой субзоной обратной полярности с одной маломощной прямополярной субзоной в пачке 7. По характеру палеомагнитной зональности разрез не удастся сопоставить с региональной шкалой А.Ю. Гужикова (2004). Причиной отсутствия в исследованном разрезе прямополярных субзон хронов M23 и M24, по-видимому, являются многочисленные внутрислоевые перерывы.

Литобиомагнитостратиграфическое расчленение позволило зафиксировать стратиграфическое положение циклита 2 в объеме верхнекимериджского – верхневолжского подъярусов. Пачки 6-11 охарактеризованы аммонитами, по которым выделена следующая последовательность биостратонов. К верхнему кимериджу отнесена верхняя часть пачки 7, охарактеризованная слоями с *eudoxus*; нижневолжскому подъярусу соответствует пачка 8, в которой выделены зоны *klimovi* и *sokolovi*; к средневолжскому подъярусу отнесены пачка 9 (зона *panderi*) и 10 (зоны *virgatus* и *nikitini*); верхневолжскому подъярусу соответствует пачка 11, включающая зоны *fulgens* и *subditus*.

По фораминиферам последовательность стратонов следующая. Пачки 6 и 7 по стратиграфическому объему занимают зону *P. pseudorjasanensis* – *H. monstratus* (верхний кимеридж). Согласно схеме, предложенной Г.Н. Старцевой (1986), в составе зоны могут быть выделены биостратоны подзонального уровня: *E.*

tatariensis, *P. pseudorjasanensis* – *H. monstratus*. В пачке 8 выделены: подзона *E. alveolata* – *E. praereticulata* верхнего кимериджа, зона *P. bieleckae* – *V. kirillae* нижнего подъяруса волжского яруса. Кровельная часть пачки 8 и пачка 9 принадлежат зоне *L. infravolgaensis* – *S. pravoslavlevi*. В пачках 10 и 11 микрофауны не обнаружено.

Длительность hiatus между 1 и 2 ТЭЦ составляет около 10 млн. лет (прил. 1).

**3. Верхнеготеривский–среднеаптский ТЭЦ** имеет следующее строение.

Пачка 12. Песок серо-зеленый, полиминеральный, с гальками фосфоритов, с прослоями фосфоритового конгломерата и глины, с обилием глауконита (М. 1,0 м). Определены фораминиферы, принадлежащие зоне *Cribrostomoides infracretaceus* – *Trochammina gyroidiniformis*, соответствующей верхнеготеривской аммонитовой зоне *Speetonicerias versicolor*.

Пачка 13. Глина серая, безызвестковистая, каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистая, алевритистая, с единичными пластовыми конкрециями алевролита известковистого, с крупными желваками пирита (М. 50,4 м).

В нижней половине пачки найдена макрофауна, характеризующая верхнеготеривскую аммонитовую зону *S. decheni* и определены фораминиферы зоны *M. comma* – *M. micra*. Выше выделены фораминиферовые слои со *S. parvula*, коррелирующие с аммонитовой зоной *C. discofalcatus*.

Пачка 14. Алевролит зеленовато-темно-серый, полевошпат-глауконит-кварцевый, с прослоями глины серой, песчанистой, с гнездами пирита (М. 9,0 м). Определен комплекс фораминифер зоны *M. mjatliukaе* нижнего баррема.

Пачка 15. Глина серая, со слабым коричневатым оттенком, безызвестковистая, преимущественно гидрослюдисто-монтмориллонитовая, сильно алевритистая, с редкими пластовыми конкрециями мергелей (М. 57,0 м). В низах пачки определены аммониты и двустворки, позволяющие соотнести данные слои с нижним барремом (зона *P. rugio* – ?). Выделен комплекс фораминифер, характерный для ниже-верхнебарремской зоны *Conorbinopsis barremicus* – *Gyroidinoides sokolovae*.

Пачка 16. Глина серая, безызвестковистая, неравномерно алевритистая, с обилием желваков пирита (М. 11,6 м). Определены аммониты зоны *Deshayesites deshayesi*. Комплекс фораминифер, найденных в пачке, принадлежит зоне *Mjatliukaena aptiensis* – *Epistomina aptiensis* нижеаптского подъяруса.

Пачка 17. Глина коричневатая-серая, битуминозная, слабо известковистая, алевритовая, сланцеватая, с пластовой конкрецией мергеля, с пиритом (М. 4,0 м). Найден аммонит, характерный для аммонитовой зоны *D. deshayesi* нижеаптского подъяруса. Редкие фораминиферы принадлежат зоне *Mjatliukaena aptiensis* – *Epistomina aptiensis* нижеаптского подъяруса, которая сопоставляется с зоной *Deshayesites deshayesi*.

Пачка 18. Глина темно-серая, безызвестковистая, каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистая, неравномерно алевритистая, микрослоистая, с обилием пирита, пелеципод, ходов илоедов (М. 9,2 м). Комплекс фораминифер соответствует зоне *Mjatliukaena aptiensis* – *Epistomina aptiensis* и

сопоставляется с аммонитовой зоной *Deshayesites deshayesi* нижеаптского подъяруса.

Пачка 19. Глина серая, безызвестковистая, гидрослюдисто-монтмориллонитовая, неравномерно алевритистая, в подошве и кровле с прослоями песка глауконит-кварцевого, гравелистого (М. 33,5 м). Определён комплекс фораминифер зоны *Rosalina dampelae* - *Glandulina aptiensis*, соответствующей среднеаптской аммонитовой зоне *Epicheloniceras tschernyschewi*.

Достоверное выделение и сопоставление аммонитовых и фораминиферо-вых стратонев в разрезе ТЭЦ 3 удастся провести только для верхнего готерива, в пределах которого четко выделяются и коррелируют между собой все три аммонитовые (*S. versicolor*, *S. decheni*, *C. discofalcatus*) и фораминиферовые (*C. infracallovienensis* – *T. gyroidiniformis*, *M. comma* – *Q. micra*, слои с *S. parvula*) зоны. Надежность возрастной датировки барремской части разреза подтверждается одной находкой раннебарремского аммонита в низах разреза и выделением двух фораминиферо-вых зон: *M. mjatliuka* и *C. barremicus* – *G. sokolovae*. В аптской части разреза выделены нижний и средний подъярусы, которым отвечают фораминиферо-вые зоны *M. aptiensis* – *E. aptiensis* и *R. dampelae* – *G. aptiensis*. Стратиграфический объём первой условно соответствует нижеаптской аммонитовой зоне *Deshayesites deshayesi*. Граница нижнего и среднего апта проведена условно в основании среднеаптской фораминиферо-вой зоны *R. dampelae* – *G. aptiensis* на глубине 95,2 м.

Замеры магнитной восприимчивости показали низкую магнитность верхнеготеривских пород ( $20-30 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ), высокую магнитность барремских пород (до  $100-150 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). А.Ю.Гужиков (2004) повышенную магнитность барремских пород связывает с обогащением пород обломочным магнетитом в связи с усилением размыва высокомагнитных кристаллических пород. В части разреза, отнесенной к нижнему-среднему апту, значения  $\chi$  варьируют от 15 до  $75 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ.

В палеомагнитном разрезе идентифицированы обратнополярные хроны МЗ, М1 и М0 (Балабанов и др., 2004; Зорина, 2005а-в; Зорина, Балабанов, 2005), которые уверенно опознаются в палеомагнитных разрезах ВРП (Гужиков, 2004). Согласно магнитохронологической калибровки А.Ю.Гужикова, которая находится в соответствии с глобальными магнитостратиграфическими данными (Gradstein et al., 2004), в палеомагнитной шкале юры-мела РП основание хрона М0 отвечает ярусной границе апта, основание хрона М1 примерно параллелизуется с подъярусной границей баррема, а основание хрона МЗ – с ярусной границей баррема. В рассматриваемом разрезе ярусная граница апта и подъярусная граница баррема проведена по палеомагнитным данным в основаниях хронов М0 и М1 соответственно.

По результатам литобиомагнитостратиграфического расчленения выделенная последовательность слоев сопоставлена с интервалом разреза верхний готерив-средний апт. Длительность hiatus между 2 и 3 ТЭЦ оценивается в 11 млн. лет.

**4. Среднеальбский ТЭЦ** состоит из одной пачки.

Пачка 20. Глина темно-серая, безызвестковистая, гидрослюдисто-монтмориллонитовая, алевритистая, линзовидно-микрослоистая, в подошве с прослоем алевролита глауконит-полевошпат-кварцевого (М. 18,6 м). Пачка охарактеризована комплексом фораминифер, зоны *D. gradata* – *E. albensis*, сопоставляющейся со среднеальбской аммонитовой зоной *H. dentatus*. Магнитность пород пачки 20 низкая ( $5-25 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). На кривой каппа отмечается достаточно резкое уменьшение магнитной восприимчивости по сравнению с подстилающими породами пачки 19, отнесенными к среднему апту.

Сопоставление данных слоев с ОСШ позволяет определить длительность перерыва между 3 и 4 ТЭЦ, составляющую 7 млн. лет.

**5. Нижнесантонский ТЭЦ** представлен одной пачкой.

Пачка 21. Мергель желтовато-светло-серый, крепкий, в подошве с рассеянными фосфоритовыми зернами, в верхней половине разреза с прослоями опоки серой, пятнистой, крепкой (М. 38,4 м). Выделена нижнесантонская фораминиферная зона *G. infrasantonica* (= *S. cardisoides*). Палеомагнитными исследованиями установлена последовательность субзон, которая может быть скоррелирована с нижнесантонским интервалом Сводной палеомагнитной шкалы А.Ю. Гужикова (2004).

Хроностратиграфическое положение данной пачки в нижнесантонском интервале разреза проявляет крупный перерыв в осадконакоплении между данным и подстилающим ТЭЦ, который оценивается в 8 млн. лет.

Сводный разрез средней юры – мела северо-востока УСП представлен типичной для Ульяновско-Самарского Поволжья последовательностью слоев, выделяемых в соответствии с унифицированными стратиграфическими схемами юрских и нижнемеловых отложений РП, утвержденными РМСК в 1993 г. и дополненными в 1994 г. (прил. 2, 3). Среднеюрские-меловые слои, вскрытые в опорных скважинах и обнажениях на северо-востоке УСП, получили детальную комплексную лито-, био-, магнито-стратиграфическую характеристику и были сопоставлены с Бореальным аммонитовым зональным стандартом юры (Захаров и др., 2005), аммонитовой зональной шкалой, разработанной для средне- и верхнеюрских отложений ВЕП (Зональная стратиграфия..., 2006), нижнемеловым аммонитовым зональным стандартом Бореального пояса (Барабошкин, 2004) и МСШ (Стратиграфический кодекс, 2006).

Сводный разрез составлен с учетом разработанных в последние годы схем детального (зонального, подзонального) биостратиграфического расчленения верхнего бата-келловоя ВЕП (Гуляев, 2001; Киселев, 1999, 2001, 2005; Митта, 2003), верхней юры (Вишневская, Барабошкин, 2001; Рогов, 2002, 2005), готерива-апта (Барабошкин, 2001; Барабошкин и др., 1999, 2001; Барабошкин, Михайлова, 2002) и верхнего мела (Олферьев, Алексеев, 2002, 2003; Стратиграфическая схема..., 2004).

В разрезе средней–верхней юры северо-востока УСП выделено 2 ТЭЦ, разделенные крупными стратиграфическими перерывами: бат-нижнеоксфордский и верхнекимеридж-волжский (прил. 3). Нижний мел представлен двумя ТЭЦ: верхнеготерив-среднеаптским и среднеальбским. Верхнемеловые отложения

представлены двумя ТЭЦ - среднеконьяк-нижнесантонским и верхнекампанским.

Таким образом, комплексное литобиомагнитостратиграфическое расчленение опорного частного и сводного разрезов северо-востока УСП позволило выделить серии непрерывно накопившихся осадков – ТЭЦ, разделенные крупными стратиграфическими перерывами. Сопоставление их с региональной стратиграфической схемой и ОСШ обосновано детальными литологическими, палеонтологическими, палео- и петромагнитными данными. Определение хроностратиграфического положения циклитов положено в основу выявления тектоно-эвстатических особенностей их формирования, изложенных в главе 6.

## **Глава 5. «Оценка палеобатиметрии по литологии и бентосным фораминиферам.**

Литолого-батиметрическое и тектоно-эвстатическое моделирование условий накопления осадочных последовательностей основано на оценке изменения глубины бассейна, складывающейся из совместного влияния глобальной эвстазии и регионального «тектонического шума». При интерпретации литологического строения конкретной осадочной последовательности оценка относительного изменения глубины проводится по изменению характера распределения литофаций по разрезу, т.е. по смене мелководных фаций более глубоководными и наоборот.

Количественная оценка изменения глубины бассейна выполнена на основе анализа микрофаунистических данных, полученных по разрезу скв. 1, детально расчлененному комплексом лито-, био-, магнитостратиграфических методов (Зорина, Старцева, 2010). В связи с тем, что расселение бентосных фораминифер, в обилии встречающихся в среднеюрских-нижнемеловых слоях северо-востока УСП, четко контролируется батиметрическими зонами, результаты микрофаунистического анализа могут быть успешно применены для палеобатиметрических построений (Bandy, 1961; Bandy, Arnal, 1957; Bandy, Rodolfo, 1964; Grimsdale, Mokhoven, Ingle, 1967; Liu et al., 1997; Wescott et al., 1998; Lowman, 1949; 1955).

На основе выработанных ранее представлений о закономерностях глубинного распределения фораминифер в рассматриваемом палеобассейне (Старцева, 1975), произведено моделирование батиметрического расселения известкового и агглютинирующего бентоса в средней юре-раннем мелу на северо-востоке УСП. Глубинная зональность принята по В. Берггрену (Berggren, 1978): верхняя неритическая (0–50 м), средняя неритическая (50–100 м), нижняя неритическая (100–200 м) и верхняя батимальная (200–600 м) зоны.

Анализ количественных параметров, рассчитанных по юрской и раннемеловой популяциям бентосных фораминифер скважины 1 (общая численность популяции, родовое и видовое разнообразие, появление новых видов, число агглютинирующих и известковых форм), в совокупности с особенностями палеоэкологии известкового и агглютинирующего бентоса, позволил оценить вариации глубины палеобассейна и построить палеобатиметрическую кривую.

Глубина бассейна, в котором происходило формирование среднеюрского песчано-глинистого тектоно-эвстатического циклита, постепенно увеличива-



лась от 0 (в бате) до 250 м (в среднем келловее). Область осадконакопления сначала находилась на суше, а к среднему келловее сместилась в верхнюю баталь. Максимальная глубина (300 м) фиксируется в конце раннего келлова. Среднекелловейские оолитовые мергели сформировались на глубине не более 250 м.

Верхнекемеридж-волжские мергельно-глинистые осадки отлагались преимущественно в нижнеритической-верхнебатальной области шельфа (100-250 м). Максимальная глубина бассейна (около 300 м) реконструируется в конце ранневолжского времени. За этим достаточно резким углублением в средневолжское время последовало трансгрессирующее обмеление, сопровождавшееся аноксией. Данные процессы способствовали формированию пачки битуминозных сланцев, пользующейся региональным распространением. В конце средневолжского-поздневолжского времени глубина бассейна не превышала 50 м.

Верхнеготеривские-среднеаптские глины формировались в нижней ритической и верхней батальной зонах, глубина бассейна незначительно варьировала относительно отметки 200 м, в целом оставаясь постоянной. Наиболее существенное углубление (до 350 м) произошло в фазу *decheni*, затем последовала относительная стабилизация глубины. Нижнеаптская битуминозная пачка сформировалась в верхней батальной зоне на глубине порядка 250 м.

Среднеальбские отложения являются более глубоководными, чем подстилающие среднеаптские. Базальные слои среднего альба отлагались в нижней ритической зоне, затем произошло углубление бассейна и смещение области осадконакопления в верхнюю баталь. Максимум глубины, зафиксированный в нижней половине среднеальбского разреза, оценивается в 350 м.

Проведенная количественная оценка палеобатиметрии полностью согласуется с палеофациальными реконструкциями, приведенными в Атласе литолого-палеогеографических карт (1969).

Вариации динамики общей численности популяции, появления новых видов и разнообразия бентосных фораминифер легли в основу проведения поверхностей максимумов трансгрессий (Mitchum et al., 1993; Naish, Kamp, 1997; Hentz, Zeng, 2003; Van Wagoner et al., 1990; Wescott et al., 1998).

На основе проведенного исследования установлено, что северо-восток УСП в средней-поздней юре представлял собой участок эпиконтинтального шельфового моря со средними глубинами 100-200 м, с углублениями на отдельных этапах до 250 м и обмелениями до 0-50 м. В раннем мелу средняя глубина бассейна составляла 200 м, периодически уменьшаясь до 150 м и увеличиваясь до 350 м.

**Глава 6. «Тектоно-эвстатическая цикличность в среднеюрских-нижнемеловых отложениях востока Русской плиты».** Глава посвящена цикло-стратиграфическому анализу сводных хроностратиграфически рачлененных разрезов средней юры-нижнего мела ВРП (Зорина, 2007 ж; 2008 в, г, 2009), проведенному на основе реконструкции тектоно-эвстатического режима осадконакопления в средней юре-раннем мелу.

Мезозойский эпиконтинентальный бассейн на РП имел специфику, связанную с его особым строением. По терминологии Н.М. Страхова, это было плоское (Страхов, 1960), шельфовое море проливного характера, с неровным рельефом дна и обилием островов (Сазонова, Сазонов, 1967). Формирование осадков в средней юре - позднем мелу происходило преимущественно в области мелководного шельфа (Атлас литолого-палеогеографических..., 1969).

По результатам хроностратиграфического расчленения среднеюрских-палеоценовых разрезов выделены ТЭЦ и разделяющие их крупные стратиграфических перерывы. На ВРП в интервале разреза средняя юра – нижний мел отчетливо выделяется 5 ТЭЦ: байос–келловейский, оксфордский–волжский, валанжинский, готерив–аптский и альбский (прил. 2). Литологическое строение ТЭЦ достаточно однообразно, в них выделены 2 генерализованные фации: фация песков, песчаников и фосфоритовых конгломератов (мелководная) и фация глин, глинистых карбонатов и сланцев (глубоководная).

Первым шагом в определении характера цикличности осадконакопления на рассматриваемой территории явилось выделение ПМТ, которые, ранжированы по площади распространения на: региональные (охватывающие свыше 75% территории ВРП), субрегиональные (25-75%) и локальные (< 25%) (Sharland et al., 2004).

Затем установлена природа выявленных ПМТ – эвстатическая, тектоническая или смешанная. Данная процедура проведена путем наложения глобальной эвстатической кривой (Наг, Al-Qahtani, 2005) на генерализованные хроностратиграфические разрезы. Сопоставление глобальной и региональной эвстатических кривых, моделирование возможных вариантов литологического состава осадков, сравнение результатов моделирования с реальной картиной, отраженной на хроностратиграфической схеме, - все это позволяет определить характер тектонических колебаний, которые оказывали значительное влияние на фациальный состав толщ.

Динамика вертикальных тектонических движений воспроизведена в кривой, построенной на основе анализа изменения пространственного распространения литостратонов во времени, смены фациального облика осадков и гетерохронности и синхронности hiatus. Она иллюстрирует вклад вертикальных тектонических движений в совместный тектоно-эвстатический результат, представленный в виде региональной эвстатической кривой. Последняя построена на основе анализа изменения пространственно-временного распространения свит и толщ и ранжирования выделенных ПМТ.

В средне-верхнеюрском разрезе ВРП выделено три региональные ПМТ: бат-келловейская J 50, раннеоксфордская J 60 и позднетитонская J 120. Субрегиональных ПМТ выделяется также три: раннебатская J 40, позднекимериджская J 100 и титон-берриасская J 130. Локальных поверхностей выделено шесть: байос-батская J 20, раннебатская J 30, средне-позднеоксфордская J 70, оксфорд-кимериджская J 80, раннекимериджская J 90 и кимеридж-титонская J 110.

Установлено, что влияние вертикальных тектонических движений было решающим в геологической истории рассматриваемого осадочного бассейна.

На ВРП в средней-поздней юре выделено четыре региональных тектонических события.

В юрской осадочной последовательности ВРП выделено два ТЭЦ – байоскелловейский и оксфорд-волжский. Оба циклита имеют достаточно сложное строение, выраженное в обилии гетерохронных гиатусов, неравномерном распределении свит и толщ по площади и разрезу. Рассмотрены тектоно-эвстатические особенности формирования ТЭЦ.

Характер трансгрессивно-регрессивной цикличности в раннем мелу установлен посредством выделения разноранговых ПМТ (прил. 3). Выявлена одна региональная ПМТ – К 30, формирование которой приходится на рубеж раннего и позднего готерива. Субрегиональных ПМТ выделяется две: ранневаланжинская К 20 и среднеальбская К 80. Локальных поверхностей выделено пять: позднеберриасская К 10, готерив-барремская К 40, раннеаптские К 50 и К 60 и апт-альбская К 70.

В нижнемеловой осадочной последовательности выделено три ТЭЦ – валанжинский, готерив-аптский и альбский. Все три нижнемеловых циклита также имеют сложное строение, выраженное в обилии гетерохронных гиатусов, неравномерном распределении свит и толщ по площади и разрезу.

В ходе исследования было проведено детальное изучение вещественного состава пород, слагающих среднеюрские-палеоценовые ТЭЦ на ВРП, с применением оптимального комплекса литолого-аналитических методов. Свиты, сгруппированные в ТЭЦ, имеют широкую распространенность на ВРП. Это обусловлено существованием в геологической истории морского бассейна длительных периодов стабильного (как высокого, так и низкого) стояния уровня моря с накоплением пород определенного литологического состава на значительных территориях.

Каждый ТЭЦ формировался в стабильных тектоно-эвстатических условиях, при которых не возникали длительные перерывы в осадконакоплении, во время которых могли бы произойти крупные геодинамические и климатические перестройки, а следовательно мог измениться и фациальный облик осадков. Резкая смена тектоно-эвстатического режима происходила на рубежах, соответствующих границам ТЭЦ. Это обуславливало новый импульс относительно непрерывного накопления осадков, состав которых существенно отличался от осадков предшествующего этапа. Стабильный, относительно **высокий** уровень моря способствовал формированию глин среднеюрского, верхнеюрского и обоих нижнемеловых ТЭЦ, различающихся по минеральному составу, соответственно обладающих разными потребительскими свойствами. Стабильным **низким** уровнем моря вызвано формирование фосфорит- и глауконитсодержащих песчано-конгломератовых слоев пограничного юрско-мелового интервала, накопившихся практически на всей рассматриваемой территории.

Для анализа частных и сводных хроностратиграфически расчлененных разрезов применено эвстатическое и тектоно-эвстатическое временное моделирование, итогом которого явилось построение региональных кривых эвстатических колебаний и вертикальных тектонических движений.. Временная точность

построений ограничивается возможностями применения биостратиграфического метода при выполнении возрастных датировок свит и толщ.

Значимость приведенных построений состоит в том, что они позволяют выделить тектоно-эвстатические циклиты в сводном разрезе ВРП. Важнейшим элементом этой процедуры явилась реконструкция эвстатических и тектонических событий, определяющих особенности эволюции среднеюрского-раннемелового эпиконтинентального бассейна на ВРП.

Основными геологическими процессами, ответственными за формирование среднеюрских-меловых мегациклитов, следует считать тектоно-эвстатические колебания.

## **Глава 7. «Верхнемеловые и палеоценовые тектоно-эвстатические циклиты востока Русской плиты».**

В основу циклостратиграфического анализа верхнемеловых отложений северо-востока УСП положено хроностратиграфическое расчленение и корреляция разрезов, вскрытых скважинами 1 (Тат. Шатрашаны) и 2 (Тат. Бездна). Из шести выделенных мезозойских ТЭЦ два относятся к верхнему мелу - среднеконьяк-нижнесантонский и верхнекампанский.

При сопоставлении верхнемеловых ТЭЦ северо-востока УСП с последовательностями свит и толщ Поволжья (Стратиграфическая схема..., 2004) установлены важнейшие региональные эвстатические события - углубления и обмеления бассейна, повлиявшие на осадконакопление на данном участке платформы в позднем мелу. В верхнемеловых разрезах ВРП выделено четыре ТЭЦ: песчаный сеноманский, карбонатный туронский, карбонатно-кремнистый коньяк-сантонский и карбонатный кампан-маастрихтский (Зорина, 2005 а,б).

Циклостратиграфический анализ палеоценовых отложений Поволжья выполнен на основе составленной схемы хроностратиграфического взаимоотношения разнофациальных стратонов и их сопоставления с МСШ (Зорина, Афанасьева, 2006а) (рис. 3). На схеме отчетливо видно, что подошвы палеоценовых свит испытывают возрастное скольжение, а сами литостратоны имеют пространственно-временную конфигурацию «чечевиц» (по Н.А. Головкинскому, 1868), пересекающихся во времени.

Реконструирован характер эвстатических колебаний в конце маастрихта - танете на рассматриваемой территории, выделены палеоценовые максимумы трансгрессий и ТЭЦ: даний-зеландский и танетский.

Датскому трансгрессивному максимуму соответствует накопление опок и диатомитов нижнесызранской свиты и глинистых мергелей алгайской свиты, с танетской трансгрессией связывается формирование диатомитов, опок и песчаников камышинской свиты (Зорина, Рубан, 2008).

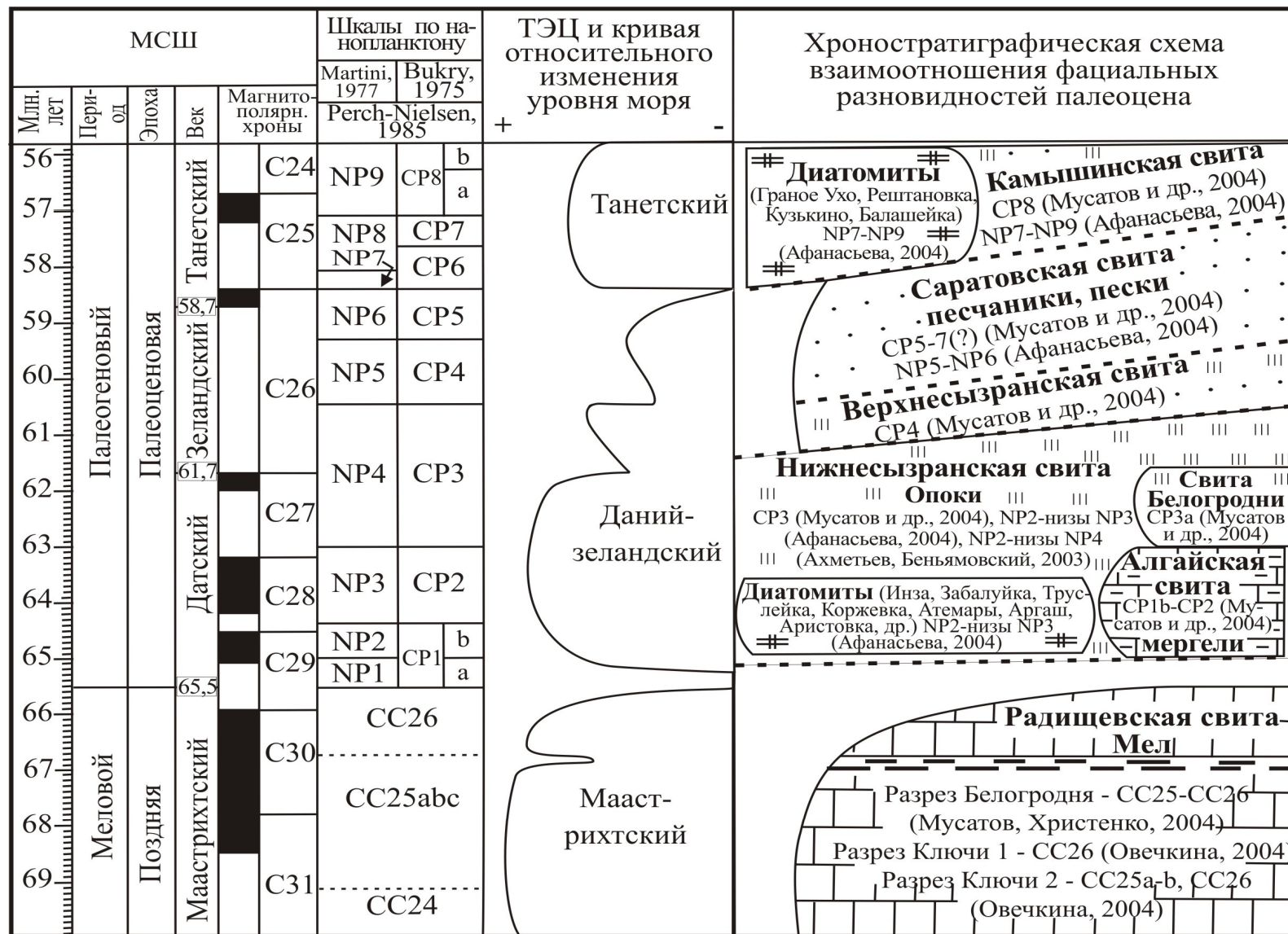


Рис. 3. Хроностратиграфическая схема взаимоотношений фациальных разновидностей палеоцена Поволжья (Зорина, Афанасьева, 2006а с изм.).

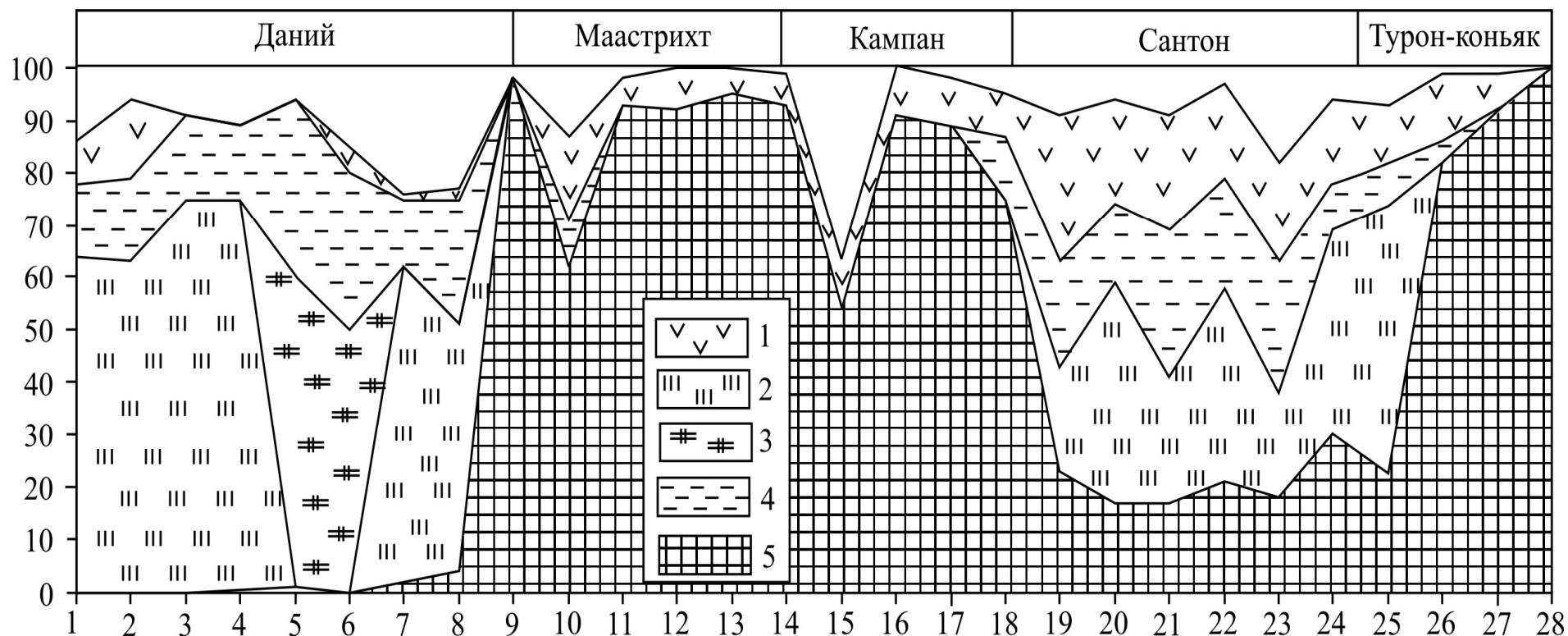


Рис. 4. Особенности вещественного состава верхнемеловых-палеогеновых пород востока и юго-востока Русской плиты

Условные обозначения: 1 – цеолит, 2 - опал-кristобалит-тридимит, 3 - рентгено-аморфная фаза, 4 - глинистые минералы, 5 - кальцит.

По горизонтальной оси - объекты исследования (в скобках - литологический тип пород): 1 – Каменоярское (опока); 2 - Верхнегрознянское (опока); 3 - Сенгилеевское (опока); 4 - Суринское (опока); 5 - Забалуйское (диатомит); 6 - Ахматовское (диатомит); 7 - Белогородня (опока нижнесызранская); 8 - Белогородня (опока, слои Белогородни); 9 - Белогородня (мел); 10 - Белогородня (мергель); 11 - Красный Октябрь (мел); 12 - Большеключищенское (мел); 13 - Шиловское (мел); 14 - Долотинское (мел); 15 - Суринское (мергель); 16 - Забалуйское (мел); 17 - Атемарское (мел); 18 - Атяшевское (мергель); 19 - Большеивановское (цеолитит); 20 - Большеивановское (опока); 21 - Большеивановское (глина); 22 - Голубинское (опока); 23 - Ширяевское (глина); 24 - Городищенское (опока); 25 - Татарско-Шатрашанское (опока); 26 - Большеивановское (мел); 27 - Голубинское (мел); 28 - Себряковское (мел).

## **Глава 8. «Литолого-генетическое изучение верхнемеловых-палеоценовых отложений востока и юго-востока Русской плиты».**

Особенности вещественного состава и характер распределения минеральных фаз в кремнистых, глинистых и карбонатных породах верхнемеловых-палеоценовых отложениях изучены по многочисленным (около 20) разрезам, вскрывающим фрагменты литостратонов.

В совокупности они характеризуют возрастной интервал от турона по данный, что позволило проследить характер изменения вещественного состава в разнообразных литологических типах пород не только в пространстве, но и во времени (рис. 4) (Зорина и др., 2008).

Анализ средних содержаний минеральных компонентов в разных породах и свитах (РКФА – 75 анализов, ПХА – 76 анализов) показывает, что во всех свитах и во всех слагающих их литологических типах пород, присутствуют цеолиты, принадлежащие группе гейландита-клиноптилолита (Лыгина и др., 1998).

Цеолиты распределены по изученным стратиграфическим уровням следующим образом (рис. 4): в туронских-коньякских отложениях - от 0 (мел Себряковского месторождения) до 13% (мел Большеивановского проявления); в сантонских – от 16% (опока Городищенского проявления) до 28% (цеолитит Большеивановского проявления); в кампанских – от 6% (мел Долотинского месторождения) до 9% (мел Атемарского, мел Забалуевского и мергель Суринского месторождения); в аастрихтских – от 0 (мел разреза «Белогродня») до 16% (мергель разреза «Белогродня»); в датских – от 0 (опока Сенгилеевского и Суринского месторождений, диатомит Забалуевского месторождения) до 15% (опока Верхнегрозненского месторождения).

Наиболее высокие концентрации цеолитов выявлены в сантонских свитах. Взаимосвязь между литологическим составом пород и содержаниями в них цеолитов не установлена. Подтверждены выводы В.И. Муравьева (1973), А.Г. Коссовской (1975) о первично-вулканогенной природе цеолитобразующего материала, поступавшего в осадочный бассейн в виде тонкой пирокластики. Максимум вулканической активности приходился, по-видимому, на сантонский век. Именно в сантонских образованиях нами выявлены устойчиво высокие концентрации цеолитов и, что наиболее важно, обнаружены слои, сложенные преимущественно цеолитами, – цеолититы.

По результатам проведенных исследований сделан вывод о том, что поступление пирокластического материала в бассейн седиментации явилось вторым по важности (после тектоно-эвстатических колебаний) геологическим процессом, повлиявшим на фациальный облик верхнемеловых-палеоценовых отложений ВРП.

## **Глава 9. Циклостратиграфическая модель размещения твердых полезных ископаемых на востоке Русской плиты.**

Среднеюрские-палеоценовые отложения, широко развитые на ВРП, привлекают внимание исследователей прежде всего как источник полезных ископаемых (Валеев, 1981). Ключом для расшифровки закономерностей размещения полезных ископаемых явился системный подход к геологическому изучению

рассматриваемой территории на основе циклостратиграфического анализа. Оказалось, что формирование продуктивных горизонтов твердых полезных ископаемых приурочено к определенным ТЭЦ, и каждый из выделенных циклитов характеризуется специфическим вещественным составом, определяющим минерагеническую специализацию отдельных горизонтов, толщ, либо всего циклита.

В приложении 4 приведена циклостратиграфическая модель размещения твердых полезных ископаемых ВРП. Перспективы выявления новых месторождений и проявлений НПИ, приуроченных к среднеюрским-палеоценовым ТЭЦ, возрастают в связи с выдержанностью вещественного состава свит и толщ, слагающих ТЭЦ, на значительных территориях ВРП и наличием промышленных залежей этих видов полезных ископаемых (Сенаторов и др., 1995, 1996, 1997, 2002, 2003).

На юго-западе РТ батские песчаные слои лаишевской толщи байоскелловейского ТЭЦ вмещают шлиховые ореолы **титан-циркониевых минералов** (Суховерков и др., 2000). Высокая перспективность выявления титан-циркониевых россыпепроявлений подтверждена разведанным в Нижегородской области Лукояновским титан-хром-циркониевым месторождением, приуроченным к базальным слоям лукояновской свиты среднего-верхнего бата.

Отдельные разности батских и келловейских глин могут быть использованы в качестве **тугоплавких и огнеупорных**. В Кировской области разведаны Кокоринское и Песковское месторождения (Сенаторов и др., 1997).

Батские и келловейские глины могут быть использованы в качестве **сырья для производства керамзита** (Зорина, Валитов, 2007). Перспективность данного источника керамзитового сырья подтверждается выявленными в Нижегородской области Желтовским, Просекским, Ужовским, Коровинским месторождениями керамзитовых глин (Сенаторов и др., 2003), в Чувашии - Заовражным, Мало-Катрасинским, Хыркасинским, Ильбешевским месторождениями (Сенаторов и др., 1995).

Оксфорд-нижеволжские глины, слагающие основную часть оксфорд-волжского ТЭЦ, пригодны для производства **светлоокрашенной керамики**.

На западе РТ светложгущиеся глины выявлены лабораторными и технологическими испытаниями в верхнекимериджской новиковской и нижеволжской тразовской толщам (Максимковское, Жуковское и др. месторождения). Перспективы выявления месторождений и проявлений оксфорд-волжских светложгущихся глин имеются в Чувашии (Мало-Бикшихинский участок), Мордовии, Нижегородской области (Лобачевское, Осинское и др.) (Сенаторов и др., 1995, 2003) и других регионах.

Со средне-верхневолжскими песчано-конгломератовыми отложениями оксфорд-волжского и валанжинского ТЭЦ связаны месторождения и проявления желваковых **фосфоритов** (Зорина, Валитов, 2007). К этим горизонтам приурочены: в РТ - Бессоновское, Сюндюковское, Вожжинское; в Кировской области - Верхнекамское (Сенаторов и др., 1997); в Ульяновской – Марьевское, Васильевское, Городищенское, Уноровское, Средне-Алгашское (Сенаторов и др., 2002); в Самарской – Кашпирское, Батракское и Обще-Сыртовское (Сена-



торов и др., 1996) месторождения; в Нижегородской – Рыбкинско-Абрамовская перспективная площадь (Сенаторов и др., 2003);.

Прямыми лабораторными технологическими испытаниями нижнемеловых глин установлено, что глины практически всех литостратонов, составляющих нижнемеловые ТЭЦ (готерив-аптский и альбский), пригодны для производства **керамзитового гравия** (Патенты 2158242, 2158243). Высокую перспективность нижнемеловых глин на ВРП как источника керамзитового сырья подтверждается большим количеством месторождений и проявлений керамзитовых глин: Песочинское, Надеждинское, Кержемок – в Нижегородской области (Сенаторов и др., 2003); Сельдинское, Новоульяновское – в Ульяновской области (Сенаторов и др., 2002), Верхнекамское и др. – в Кировской области (Сенаторов, 1997); Стемасское – в Республике Чувашия (Сенаторов и др., 1995). Многочисленные месторождения и проявления керамзитовых глин установлены в Пензенской области (Сенаторов и др., 2002).

На отдельных участках рассматриваемой территории альбские глины оценены в качестве **тугоплавкого** и **огнеупорного сырья**. В Пензенской области разведаны Старо-Дертевское, Абашевское и др. месторождения тугоплавких и огнеупорных глин, приуроченные к альбскому ТЭЦ (Сенаторов и др., 2002).

Среднеальбские глины являются весьма перспективными **цеолитсодержащими породами**. Исходя из минерального состава глин, предполагается возможность их использования в качестве **сорбентов** для очистки различных видов продуктов от вредных примесей (Геология твердых..., 1999). Альбские отложения могут оказаться цеолитсодержащими на территории Мордовии, Чувашии, Пензенской и Ульяновской областей (Сенаторов и др., 2002).

Со среднеальбским ТЭЦ связана **фосфорит-глауконитовая минерализация**, представляющая промышленный интерес. В Ульяновской области выявлены Криушинско-Шиловское и Мордовинское месторождения альбских фосфоритов (Сенаторов и др., 2002).

С карбонатными, карбонатно-терригенными и карбонатно-кремнистыми породами верхнемеловых ТЭЦ ВРП связан специфический комплекс нерудных полезных ископаемых.

Сеноманский ТЭЦ, сложенный **фосфорит- и глауконитсодержащими песками** и алевроитами, имеет недостаточную степень изученности. К западу от рассматриваемой территории сеноманские отложения оценены как источники фосфоритов (Полпинское месторождение, Брянская область) (Олферьев, Алексеев, 2005). Кроме того, в сеноманских слоях центральной части РП установлены промышленные концентрации **титан-циркониевых минералов** (Центральное, Кирсановское месторождения Тамбовской области).

С турон-коньякским и кампан-маастрихтским ТЭЦ ВРП связаны залежи **писчего мела**. В Мордовии, Ульяновской, Самарской, Волгоградской и Саратовской областях разведано около 30 месторождений мела (Л.И.Корчагина и др., 2010). Мел пригоден для получения молотого и комового цемента классов А и Б, может быть использован в качестве кормовой добавки, как пигмент, в бумажном производстве, для известкования кислых почв (Сенаторов и др., 1996, 2002; Олферьев, Алексеев, 2005).

Детальное вещественно-генетическое изучение верхнемеловых пород востока и юго-востока РП показало повсеместное присутствие **цеолитов** во всех изученных типах карбонатных, кремнистых и глинистых пород (Коссовская, 1975; Зорина и др., 2008). Устойчиво высокие концентрации цеолитов выявлены в разрезах сантонских свит, слагающих коньяк-сантонский ТЭЦ. В РТ в сантонских отложениях разведано Татарско-Шатрашанское (А.Н.Тюрин и др., 1991), в Ульяновской области - Юшанское месторождение цеолитсодержащих пород (Сенаторов и др., 2002). Высоки перспективы выявления месторождений в Волгоградской, Самарской и Пензенской областях. С большой вероятностью можно утверждать, что все сантонские свиты на востоке РП содержат относительно высокие, возможно, промышленные концентрации цеолитов.

В Чувашии сантонские отложения вмещают залежи **трепелов** (Алатырское месторождение), пригодных для получения дырчатого кирпича, пустотелых камней.

В составе даний-зеландского ТЭЦ доминирующее положение занимают **опоки и диатомиты** (Дистанов и др., 1970). В настоящее время в Саратовской, Самарской и Волгоградской областях разведано 9 месторождений опок, качество которых удовлетворяет требованиям адсорбентов (Н.И.Афанасьева и др., 2008). Опоки могут быть использованы как порошковые адсорбенты при очистке и регенерации растительных и автомобильных масел, осушители газов; для получения жидкого стекла; как фильтры для очистки питьевых и промышленных вод и т.д. (Н.И.Афанасьева и др., 2008).

**Диатомиты** имеют меньшие площади распространения, чем опоки. Крупные месторождения разведаны в Ульяновской области (Инзенское, Забалуйское, Шарловское, Сенгилеевское) и в Мордовии (Атемарское). Диатомиты пригодны для производства адсорбционно-фильтровальных порошков, для получения композиционных смесей с химическими и органическими удобрениями, в качестве биостимулирующих добавок в кормопроизводстве (Фанерозойские осадочные..., 2000; Н.И.Афанасьева и др., 2008).

В результате недавно проведенных исследований установлено, что **мел** турон-коньякского и кампан-маастрихтского ТЭЦ и **диатомит** (или опока) даний-зеландского и танетского ТЭЦ могут быть использованы в новом инновационном направлении – для производства **синтетического волластонита** - необходимого компонента при производстве высококачественных керамических изделий (Афанасьева и др., 2010).

Практическое применение результатов циклостратиграфического анализа среднеюрских-палеоценовых отложений ВРП, выполненного при надежном хроностратиграфическом обосновании, реализовано в моделировании размещения НПИ (Валитов, Зорина, 2007; Зорина, 2002, 2003, 2005б, 2006а; Зорина, Афанасьева, 2006а; Зорина, Валитов, 2007). Результаты проведенных исследований позволяют подвести научную основу под прогнозирование новых объектов широкого спектра НПИ. Выдержанность вещественного состава свит и толщ, сгруппированных в тектоно-эвстатические циклиты, на обширных территориях ВРП обусловлена существованием в тектоно-эвстатической истории

платформы интервалов длительного стабильного стояния уровня моря (как низкого, так и высокого). Этим определена приуроченность специфического комплекса нерудных полезных ископаемых к каждому циклиту на всей площади его развития. Поэтому перспективы выявления новых объектов глинистого, карбонатного и кремнистого сырья, цеолитсодержащих пород, фосфоритов и фосмелиорантов представляются весьма высокими.

### **Заключение.**

1. Разработаны генерализованные временные модели (литолого-батиметрические, тектоно-эвстатические и эвстатические), иллюстрирующие возможные варианты литологического строения разрезов в зависимости от интенсивности и направления вертикальных движений и от скорости эвстатических колебаний. Решена задача по разделению влияния вклада глобальной эвстазии и регионального «тектонического шума» в относительное изменение уровня моря в эпиконтинентальном бассейне.

2. При апробации литолого-батиметрических, тектоно-эвстатических и эвстатических генерализованных моделей на примере сводных хроностратиграфических разрезов средней-верхней юры и нижнего мела ВРП, представленных последовательностями разнофациальных свит и толщ, установлено преобладание либо глобальной эвстазии, либо «тектонического шума» на различных участках платформы в разные временные интервалы среднеюрской – раннемеловой истории.

3. Показана необходимость ранжирования циклостратиграфических исследований ВРП по размеру территориального охвата на исследования локального и регионального уровня.

4. На локальном уровне выполнена палеобатиметрическая реконструкция хроностратиграфически расчлененного среднеюрского-нижнемелового разреза опорной Татарско-Шатрашанской скважины (северо-восток УСП) на основе анализа микрофаунистических данных, с выделением поверхностей максимумов трансгрессий.

5. В рамках исследований на региональном уровне, на основе тектоно-эвстатического моделирования, анализа литологического состава и пространственного распространения среднеюрских-нижнемеловых отложений ВРП, проведен циклостратиграфический анализ среднеюрских-нижнемеловых отложений с выделением поверхностей максимумов трансгрессий. Построены региональные эвстатические и тектонические кривые. В ранге крупнейших литостратонов в средне-верхнеюрских отложениях востока Русской плиты выделены два ТЭЦ: байосский-келловейский и оксфордский-волжский, в нижнемеловых – три циклита: валанжинский, готерив–аптский и альбский. Показано, что доминирующими геологическими процессами, повлиявшими на фациальный облик среднеюрских-палеоценовых осадочных последовательностей, были тектоно-эвстатические колебания.

6. В верхнемеловых образованиях на ВРП выделены четыре ТЭЦ: сеноманский, туронский, коньяк-сантонский и кампан-маастрихтский.

7. Впервые выполнены циклостратиграфические исследования палеоценовых отложений ВРП. В палеоценовом разрезе Поволжья выделено два ТЭЦ: да-

ний-зеландский и танетский. Определено положение двух основных ПМТ (поздний даний и поздний танет), с которыми связано накопление опок и диатомитов.

8. Детальное вещественно-генетическое изучение верхнемеловых-палеоценовых пород востока и юго-востока РП показало повсеместное присутствие цеолитов во всех изученных типах карбонатных, кремнистых и глинистых пород с турона по даний включительно. Формирование цеолитов связано с поступлением в бассейн седиментации тонкой пирокластики. Привнос последней следует считать вторым по важности геологическим процессом, повлиявшим на фациальный облик верхнемеловых-палеоценовых пород.

9. Практическое применение результатов циклостратиграфического анализа среднеюрских-палеоценовых отложений ВРП реализовано в моделировании размещения НПИ. Выдержанность вещественного состава свит и толщ, сгруппированных в ТЭЦ, на обширных территориях ВРП обусловлена существованием в тектоно-эвстатической истории платформы интервалов длительного стабильного стояния уровня моря (как низкого, так и высокого). Этим определено формирование специфического комплекса твердых полезных ископаемых, приуроченных к определенному циклиту, на всей площади его распространения.

#### **Основные публикации по теме диссертации.**

##### **Статьи в периодических изданиях из Перечня ВАК.**

1. Зорина С.О. Опорный разрез средней юры-мела Татарско-Шатрашанской скважины 1 (северо-восток Ульяновско-Саратовского прогиба) // Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер: Геол. - 2005а. - № 1. - С. 70-80.

2. Зорина С.О. Секвенс-стратиграфическая модель размещения твердых полезных ископаемых мезозоя на востоке Русской плиты // Отечественная геология. - 2006а. - № 6. - С. 71-77.

3. Зорина С.О., Афанасьева Н.И. О хроностратиграфическом соотношении пограничных стратонов верхнего мела и палеоцена в Среднем и Нижнем Поволжье // Известия ВУЗов. Геология и разведка. - 2006 а. - № 4. - С.3-7.

4. Афанасьева Н.И., Дмитриев Д.А., Жабин А.В., Зорина С.О. Силицитовые породы Воронежской антеклизы и Среднего Поволжья // Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Геол. - 2006. - № 2. - С. 68-76.

5. Зорина С.О. Стратиграфия средне- и верхнеюрских отложений востока Русской плиты // Стратиграфия. Геол. корреляция. - 2007а. - Т. 15. - № 3. - С. 32-41.

6. Зорина С.О. О взаимосвязи литологического строения морских осадочных разрезов с эвстатическими колебаниями и тектоническими движениями // Отечественная геология. - 2007б. - № 6. - С. 52-55.

7. Афанасьева Н.И., Зорина С.О. О возрасте палеоценовых литостратонов Среднего Поволжья // Ученые Записки Казанского государственного ун-та. Сер. Естеств. науки. - 2008. - Т. 150. - Кн. 1. - С. 147-156.

8. Зорина С.О., Афанасьева Н.И., Волкова С.А. Цеолитоносность верхнемеловых-палеогеновых осадочных пород востока и юго-востока Русской плиты // Литология и полезные ископаемые. - 2008. - № 6. - С. 638-649.

9. Zorina S.O., Dzyuba O.S., Shurygin B.N., Ruban D.A. How global are the Jurassic–Cretaceous unconformities? // *Terra Nova*. - 2008. - Vol 20, No. 5. - P. 341–346.

10. Зорина С.О. Секвенс-стратиграфия нижнемеловых отложений востока Русской плиты // *Геология и геофизика*. - 2009. - Т.50. - С. 566-575.

11. Зорина С.О., Афанасьева Н.И. Вещественный состав и условия образования верхнемеловых и палеоценовых отложений разреза «Белогродня» (Саратовская область) // *Ученые записки Казанск. государственного ун-та. Сер. Естеств. науки*. - 2009а. - Т. 151. - Кн. 1. - С. 218-234.

12. D.A.Ruban, S.O.Zorina, C.P. Conrad. No global-scale transgressive-regressive cycles in the Thanetian (Paleocene): Evidence from interregional correlation // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. - Vol. 295. - 2010. - P.226-235.

13. Афанасьева Н.И., Зорина С.О., Пермяков Е.Н., Самигуллин Р.Р. Карбонатные и кремнистые породы Среднего Поволжья – минерально-сырьевая база для производства синтетического волластонита // *Разведка и охрана недр*. - 2010. - № 8. - С.14-19.

14. Зорина С.О., Старцева Г.Н. Биофации бентосных фораминифер, палеобатиметрия и секвенс-стратиграфия среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты (район Татарско-Шатрашанской скважины 1, Республика Татарстан) // *Литосфера*. – 2010 - № 4. С. 81-93.

#### **Монографии.**

15. Диденко А.Н., Зорина С.О. Юрская система // *Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника*. - М.: ГЕОС, 2003а. – С. 197-206.

Диденко А.Н., Зорина С.О. Меловая система // *Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника*. - М.: ГЕОС, 2003б. - С. 207-219.

Зорина С.О. История развития и палеогеография мезозоя // *Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника*. - М.: ГЕОС, 2003. - С. 221-226.

16. Зорина С.О. К стратиграфии мезозоя востока Восточно-Европейской платформы: свитный, секвентный, событийный и хроностратиграфический подходы. - Казань: ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», 2005 б. - 158 с.

17. Зорина С.О. Объекты геологического наследия в мезозойских отложениях Республики Татарстан // *Геологические памятники природы Республики Татарстан*. - Казань: Акварель-Арт, 2007 в. - С. 172-177.

18. Зорина С.О. Хроностратиграфическая и свитная характеристика мезозойских секвенций // *Минерагения верхнепермского и мезокайнозойского комплексов Республики Татарстан*. - Казань: Казанск. гос. ун-т, 2007 г. - С. 116-128.

Зорина С.О., Валитов Н.Б. Полезные ископаемые // *Минерагения верхнепермского и мезокайнозойского комплексов Республики Татарстан*. - Казань: Казанск. гос. ун-т, 2007. - С. 128-156.

Валитов Н.Б., Зорина С.О. Закономерности размещения месторождений твердых полезных ископаемых и минерагеническое районирование территории развития отложений мезозойского возраста с оценкой их перспектив // *Минерагения верхнепермского и мезокайнозойского комплексов Республики Татарстан*. - Казань: Казанск. гос. ун-т, 2007. С. 156-159.

### **Патенты.**

19. Патент 2158242 РФ, МПК<sup>2</sup> 7 С 04 В 14/12. Способ получения искусственного пористого заполнителя - керамзита / В.П. Лузин, Л.П. Лузина, С.О. Зорина, В.Г. Суховерков (РФ). - Оpubл. 27.10.2000. - Бюлл. № 30.

20. Патент 2158243 РФ, МПК<sup>2</sup> 7 С 04 В 14/12 . Способ изготовления керамзита / В.П. Лузин, Л.П. Лузина, С.О. Зорина, В.Г. Суховерков (РФ). - Оpubл. 27.10.2000. - Бюлл. № 30.

### **Статьи в прочих научных изданиях.**

21. Зорина С.О., Месхи А.М., Минько О.Е., Михайлов В.Н., Суховерков В.Г. Основные черты мезозойского литогенеза и минерализации северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба (юго-запад Республики Татарстан) // Мат-лы к I-му Всерос. литол. совещ. - Т.1. - М.: ГЕОС, 2000 а. - С. 292-295.

22. Зорина С.О., Месхи А.М., Минько О.Е. Комплексное применение электронной и оптической микроскопии при изучении цеолитсодержащих пород // Разведка и охрана недр. – 2000 б. - № 9. - С. 23-25.

23. Зорина С.О., Крутиков В.Ф., Сучкова Г.Г. Использование парамагнитных меток для расчленения разреза мезозойских отложений Дрожжановского района Республики Татарстан // Мат-лы годовичного собрания минералогического общества. - СПб., 2000 в. - С. 127-129.

24. Суховерков В.Г., Кузнецов Г.Е., Боровский М.Я., Зорина С.О. Карлинский потенциально алмазоносный район Республики Татарстан: история развития, геологические предпосылки // Георесурсы. - № 2. - 2000. - С.5-8.

25. Зорина С.О. Мезозойские полезные ископаемые Республики Татарстан – источник сырья для народного хозяйства // Георесурсы. - 2002. - № 3. - С. 31-34.

26. Зорина С.О. Литобиостратиграфическое расчленение мезозойских отложений на северо-восточной окраине Ульяновско-Саратовского прогиба // Вопросы стратиграфии фанерозоя Поволжья и Прикаспия»: Сб. науч. трудов. Саратов: Саратовский ун-т, 2004 а. - С.126-144.

27. Зорина С.О. Обоснование проведения границ мезозойских стратонов на северо-востоке Ульяновско-Саратовского прогиба методами хроностратиграфии и электронного парамагнитного резонанса // Мат-лы чтений, посвященных 170-летию Н.А.Головкинского, 160-летию А.А.Штуkenберга, 200-летию Геологического музея». - Казань: Казанск. гос. ун-т, 2004 б. - С. 75-79.

28. Зорина С.О. Применение данных о скалярных магнитных характеристиках пород для расчленения мезозойского разреза северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба // Мат-лы 32-й сес. Междунар. науч. семинара им. Д.Г.Успенского. - Пермь: Горный институт УрО РАН, 2005 в. - С. 88-91.

29. Зорина С.О. Об эвстатических сигналах в мезозойских отложениях востока Восточно-Европейской платформы и диахронности биостратиграфических границ // Науч. чтения памяти П.Н.Чирвинского: Сб. науч. статей. - Пермь: Пермский ун-т, 2005 г. - Вып. 7. - С. 220-230.

30. Зорина С.О. Средне-позднеюрские секвенции северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба // Мат-лы первого Всерос. юрского совещ. - М.: ГИН РАН, 2005 д. - С.102-106.

31. Зорина С.О., Балабанов Ю.П. Новые данные по стратиграфии готерив-аптских отложений северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба // Недра Поволжья и Прикаспия. - 2005. - Вып 44. - С.43-48.
32. Зорина С.О. О синхронности геологических границ в среднеюрских-палеоценовых отложениях востока Русской плиты // Георесурсы. – 2006 б. - № 4 (21). - С. 31-35.
33. Зорина С.О. Об относительной скорости геологических событий и диахронности лито- и биостратиграфических границ в готерив-аптских отложениях востока Русской плиты // Меловая система России и ближнего Зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: сб. науч. трудов. - Саратов: Саратовский ун-т, 2007 д. - С.87-98.
34. Зорина С.О. Эвстатическое и тектоно-эвстатическое моделирование литолого-фациальных обстановок формирования морских осадочных разрезов // Доклады VIII Междунар. конф. «Новые идеи в науках о Земле». - М.: ВНИИгеосистем, 2007 е. - Т. 1. - С. 140-143.
35. Зорина С.О. Эвстатические и геодинамические особенности формирования средне- и верхнеюрских отложений на востоке Русской плиты // 2 Всерос. юрское совещ.: науч. мат-лы. - Ярославль: ЯГПУ, 2007 ж. - С.87-89.
36. Зорина С.О. К оценке точности хроностратиграфического расчленения морских осадочных толщ // Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография. Мат-лы Всерос. науч. конф. - Казань: Казанск. гос. ун-т, 2007з. - С. 118-121.
37. Zorina S.O., Ruban D.A. Kimmeridgian-Tithonian sea-level fluctuations in the Uljanovsk-Saratov Basin (Russian Platform) // Central European Geology. - 2007. - Vol. 50/1. - P. 59-78.
38. Зорина С.О., Афанасьева Н.И. О распространении цеолитов в верхнемеловых и палеоценовых литостратонах Русской плиты // Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. - Пермь: Пермский ун-т. – 2008 а. - С.43-49.
39. Зорина С.О. Особенности циклостратиграфии нижнемеловых отложений востока Русской плиты // Типы седиментогенеза и их эволюция в истории Земли. Мат-лы 5 Всерос. литол. совещ. - Т. I. - Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008 г. - С.251-253.
40. Зорина С.О., Афанасьева Н.И. Новые данные о цеолитоносности турондатовских отложений востока и юго-востока Русской плиты // Типы седиментогенеза и их эволюция в истории Земли. Мат-лы 5 Всерос. литол. совещания. - Т. I. - Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008 б. - С.254-256.
41. Зорина С.О. Цикло- и секвенсстратиграфия средне-верхнеюрских отложений востока Русской плиты // Стратиграфия и седиментология нефтегазоносных бассейнов. – 2008 в. - № 1. - С.31-49.
42. Зорина С.О. О влиянии глобальной эвстазии и региональной эпейрогении на формирование нижнемеловых отложений на востоке Русской плиты // Мат-лы 4 Всерос. мелового совещ. - Новосибирск: СО РАН, 2008 г. - С.87-90.
43. Зорина С.О., Афанасьева Н.И. Даний-танетские литостратоны Среднего Поволжья: дискуссия о возрасте и стратиграфическом объеме // Новости палео-

нтологии и стратиграфии. Прил. к журналу «Геология и геофизика». – 2008 в. - Т. 49. - Вып. 10-11. - С.334-337.

44. Зорина С.О., Рубан Д.А. Поверхности максимумов трансгрессий в палеоценовых отложениях Востока Русской платформы как реперы для межрегиональной корреляции // Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли: Труды Междунар. науч. конф. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. - С.69-73.

45. Zorina S.O., Ruban D.A., van Loon A.J.(T.) A condensed succession at the Jurassic/Cretaceous transition in a shallowing basin on the eastern Russian Platform / *Annales Geologiques de la Peninsule Balkanique*. - Belgrade, December 2009. - N. 70. P. 1-8.

46. Зорина С.О., Афанасьева Н.И. Минеральный состав и литохимия палеоценовых опок разреза «Каменный Яр» (Астраханская область) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения пам. П.Н.Чирвинского: сб. науч. ст. - Перм. ун-т. – Пермь, 2011. - Вып. 14. – С. 124-131.

#### **Учебно-методические работы.**

47. Файзуллин Р.М., Дедков А.П., Горбунов С.А., Зорина С.О. Методы геологического картирования // Метод. руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твёрдых нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан. - Ч. 2. Методика поисков и оценки. Казань: Казанск. гос. ун-т, 2000. - С. 44-48.

48. Основы стратиграфии: лекции. Части 1-2. Учебно-методическое пособие / Сост. В.В.Силантьев, С.О.Зорина. Казань: Казанск. ун-т, 2010 а. Часть 1. - 44 с. Часть 2. – 58 с.

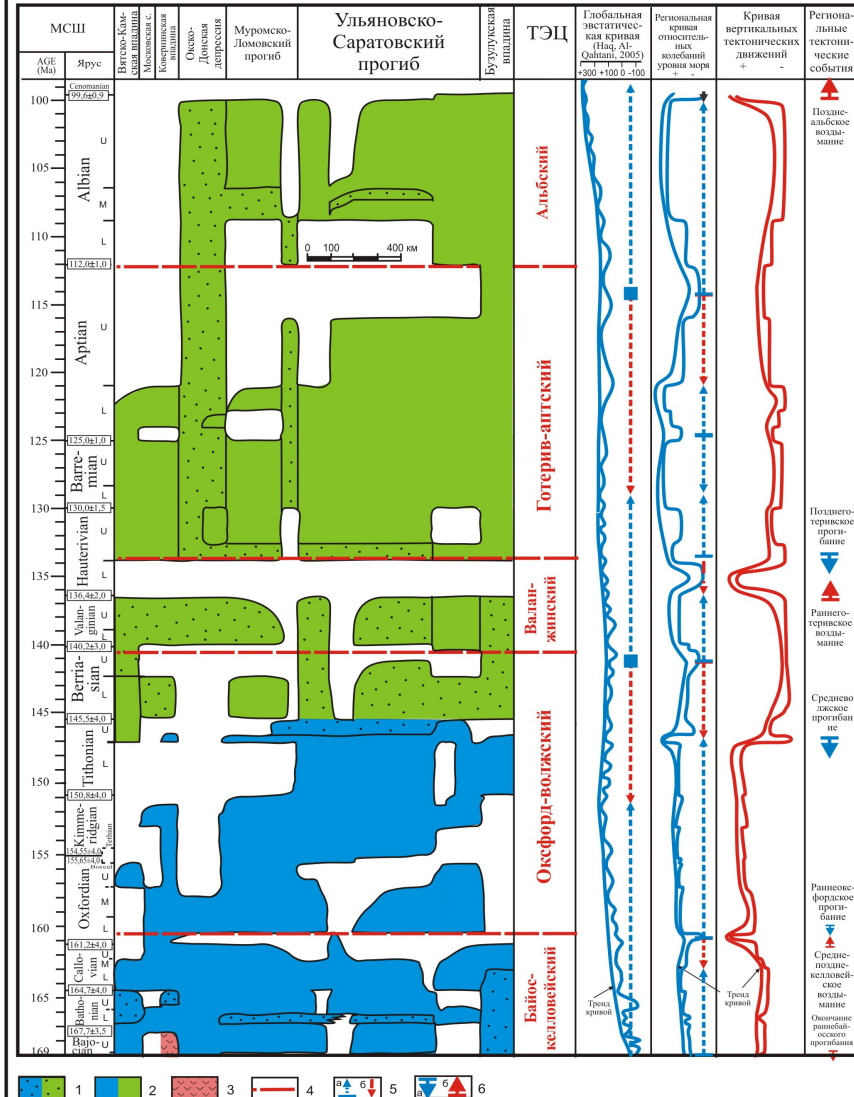


Приложение 1

Общая стратиграфическая шкала (Gradstein et al., 2004)		Бореальный аммонитовый стандарт (Закоров и др., 2005)		Аммонитовые зоны ВЕП (Зональная стратиграфия..., 2006)		Хроностратиграфическое расчленение средне-верхнеюрских разрезов скважины 1 (Диденко, Зорина, 2003б; Зорина, 2005а, б; 2007б; 2008в)			
AGE (Ma)	Stage	Sub-Mediterranean Ammonite Zones	Палеоарктические аммонитовые зоны	Палеоарктические аммонитовые зоны	Палеоарктические аммонитовые зоны	Лито-логия	Аммонитовые зоны	Слиты, толщи	ТЭЦ
143	Berriasian	occitanica		Ch. sibiricus	nodiger				
144		B. jacobii		Ch. chetae	subditus		subditus fulgens	Кашпирская	
145	Tithonian	Durangites		C. taimyrensis	fulgens				
146		M. microcanthum		C. okensis	nikitini		nikitini virgatus	Ундорская	
147	L	M. monti / Burch. S. admiranum S. burcinatum		P. exotensis L. greenlandicus C. redomceras spp.	virgatus		panderi	Проминская	
148		R. richteri		D. illovaikii	panderi				
149	Kimmeridgian	S. semiforme		P. pectinatus	tenuicostata			Тразовская	
150		S. darwini		P. pseudoscythica			sokolovi		
151	Tethian	H. hybonotum		P. pseudoscythica			klimovi		
152		H. beckeri		P. pseudoscythica			klimovi		
153	Oxfordian	A. eudoxus		P. pseudoscythica			klimovi		
154		A. acanthicum		P. pseudoscythica			klimovi		
155	Callovian	C. divisum		P. pseudoscythica			klimovi		
156		A. hypselocyclum		P. pseudoscythica			klimovi		
157	Bathonian	S. platynota		P. pseudoscythica			klimovi		
158		S. planula		P. pseudoscythica			klimovi		
159	Bajocian	E. bimammatum		P. pseudoscythica			klimovi		
160		P. bifurcatus		P. pseudoscythica			klimovi		
161	Callovian	G. transversarium		P. pseudoscythica			klimovi		
162		P. plicatilis		P. pseudoscythica			klimovi		
163	Callovian	Cardioceras cordatum		P. pseudoscythica			klimovi		
164		Q. mariae		P. pseudoscythica			klimovi		
165	Callovian	Quenstedtoceras (L.) lamberti		P. pseudoscythica			klimovi		
166		P. athleta		P. pseudoscythica			klimovi		
167	Callovian	Ery. coronatum		P. pseudoscythica			klimovi		
168		M. gracilis		P. pseudoscythica			klimovi		
169	Callovian	C. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
170		H. (P.) retrocostatum		P. pseudoscythica			klimovi		
171	Callovian	C. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
172		P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
173	Callovian	P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
174		P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
175	Callovian	P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
176		P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
177	Callovian	P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
178		P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
179	Callovian	P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		
180		P. discus		P. pseudoscythica			klimovi		

Лито-, био-, хроно- и циклостратиграфическое расчленение средне-верхнеюрских отложений, вскрытых Татарско-Шатрашанской скважиной 1. Условные обозначения: 1 - пески, песчаники, алевроиты; 2 - глины; 3 - мергели; 4 - оолитовые мергели; 5 - горючие сланцы; 6 - галька и гравий.

Приложение 2

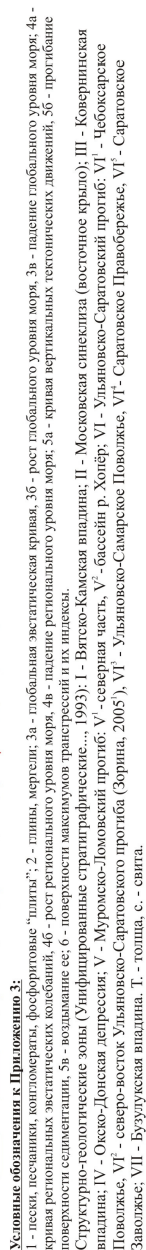


Циклостратиграфическая схема среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты.

Условные обозначения:

1 - пески, песчаники, конгломераты, фосфоритовые "плиты"; 2 - глины; 3 - вулканогенно-осадочные отложения; 4 - границы ТЭЦ; 5 - эвстатические события: а - подъем уровня моря, б - падение; 6 - тектонические события: а - прогибание, б - воздымание. Структурно-геологические зоны приведены в соответствии с Унифицированными стратиграфическими схемами 1993 г.

### Приложение 3



## Юрская

## Меловая

Систем	
--------	--

[illegible]

# Циклостратиграфическая модель размещения твердых полезных ископаемых на востоке Русской плиты